

Implementação de metodologias *Lean* e desenvolvimento de processos de medição do OEE

Ana Patrícia Barros Castro

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo José Rego Gil da Costa



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2016-01-28

“Só temos um futuro, que será construído pelos nossos sonhos, se tivermos a coragem de desafiar o que está estabelecido” Soichiro Honda

Resumo

A presente dissertação foi realizada em ambiente empresarial na Bi-Silque S.G.P.S., no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, com especialização em Gestão da Produção.

Sendo a Bi-Silque uma das empresas líderes no ramo dos produtos de comunicação visual a nível internacional, a sua eficiência e flexibilidade são fatores chave, que lhe permitem destacar-se no mercado competitivo atual. O uso de metodologias *lean* torna-se portanto indispensável, reduzindo custos e desperdícios, e permitindo maior produtividade e qualidade nos processos.

O projeto realizado focou-se no setor Office, responsável por cerca de 50% das vendas da Bi-Silque S.G.P.S.. Neste setor em particular, a baixa produtividade, o excesso de stocks, a falta de espaço e problemas de qualidade preocupavam os gestores de produção. A par da identificação da origem dos problemas enumerados, o projeto visou a implementação de ferramentas *lean* que possibilitassem a sua resolução. A aplicação conjunta de várias ferramentas e conceitos possibilitou não só melhorias ao nível dos problemas identificados, mas também uma mudança de mentalidade ao nível do setor. Salienta-se, no entanto, que este é um processo contínuo de melhoria, e que há ainda muito trabalho a realizar, sendo que os resultados obtidos poderão ser ainda melhores, numa fase posterior.

Ao longo de todo projeto, o ênfase foi dado às pessoas intervenientes em todo o processo produtivo e na forma como as ferramentas implementadas poderiam melhorar o seu trabalho, tendo sido a cooperação das mesmas uma fator chave neste projeto e uma grande motivação para o desenvolvimento do mesmo.

Lean methodology implementation and developing of OEE measurement procedures

Abstract

The present dissertation was held at Bi-Silque S.G.P.S., a manufacturer of visual communication products, inside the scope of the MASc in Mechanical Engineering.

As Bi-Silque is one of the major international leading company in its trade, its efficiency and flexibility are the key factors that allow it to be distinguished in the present competitive market. Therefore, the usage of lean methodologies becomes essential, reducing costs and waste and enables a higher productivity and quality in the processes.

The project focused on the Office sector, which is responsible for, approximately, 50% of the Bi-Silque S.G.P.S. sales. In this sector the low productivity, the stock excess, the lack of space and quality problems worried the production managers. This project aims to identify the problems' origin, as well as at the implementation of lean tools, which may solve those problems. The concerted application of many tools and concepts made it possible to achieve improvements both in the identified problems and in the change of mentality in the sector.

However, one can stand out that this is a continuous process of improvement and that there is still much work to be done, as the results can be even better at a later time. During this whole project the emphasis was on the people who intervened in all the productive process and on the way the implemented tools could improve their work. Their cooperation was a key factor in this project and a great motivation for its development.

Agradecimentos

Ao longo deste projeto foram várias as pessoas que contribuíram para que mantivesse o foco e motivação tornando possível alcançar os objetivos pretendidos. Como tal gostaria de deixar os meus sinceros agradecimentos:

Ao Eng.º Abel Maia, orientador da empresa, por todo o apoio, confiança e meios disponibilizados ao longo do projeto, assim como pela oportunidade de realização do mesmo;

Ao Eng.º Carlos Leão, pela disponibilidade, confiança e orientação prestada ao longo de todo o projeto;

Ao Prof. Eduardo Gil da Costa, orientador da FEUP, pela sua disponibilidade e orientação prestada ao longo de todo o projeto;

Aos meus colegas de estágio Inês Miroto, Ovídio Linhas e Ruben Santos, pelo apoio, amizade e bons momentos partilhados.

À Sílvia Bragança e Joana Dantas por todos os conhecimentos partilhados e amizade.

A todos os colaboradores da Bi-Silque que se mostraram prestáveis e cooperantes ao longo do projeto, tornando o mesmo concretizável.

À minha família e amigos pelo apoio constante, paciência e por sempre me terem ajudado a ultrapassar as dificuldades que foram surgindo ao longo desta jornada.

Por fim, obrigada ao André que me deu razões para que todas as adversidades da vida fossem mais fáceis de superar.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da empresa Bi-Silque SGPS S.A.	1
1.2	O Projeto na empresa e objetivos	2
1.3	Método seguido no projeto.....	3
1.4	Estrutura da dissertação	3
2	Revisão Bibliográfica.....	4
2.1	Introdução ao <i>Lean Manufacturing</i>	4
2.2	Ferramentas e técnicas <i>lean</i>	8
2.2.1	5S	8
2.2.2	Gestão / Controlo visual.....	9
2.2.3	Sistema Puxado (pull).....	10
2.2.4	<i>Heijunka Box</i>	11
2.2.5	VSM (Value Stream Mapping)	12
2.2.6	Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act)	14
2.2.7	<i>Standard Work</i>	15
2.2.8	TPM (Total Productive Maintenance).....	15
3	Caracterização e análise do processo produtivo	18
3.1	O produto	18
3.2	Descrição do processo de produção de um quadro.....	21
3.3	Situação inicial	22
3.3.1	Mapa de fluxo	22
3.3.2	JPM.....	23
3.3.3	OEE	26
3.3.4	5S	27
3.3.5	Planeamento.....	28
3.3.6	Síntese da situação inicial	28
4	Desenvolvimento do projeto.....	29
4.1	JPM.....	29
4.2	OEE.....	31
4.3	5S.....	35
4.4	Planeamento.....	36
4.5	<i>Stocks</i> intermédios.....	37
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.....	40
	Referências	42
	ANEXO A: Simbologia utilizada num VSM	43
	ANEXO B: Planta inicial do setor.....	44
	ANEXO C: Tabela resumo dos postos de trabalho	45
	ANEXO D: Nova planta do setor.....	47
	Anexo E: Tabelas com dados de cálculo do OEE dos equipamentos.....	48
	Anexo F: Plano de ações 5s	50
	Anexo G: Caixa para organização de ordens de produção	51

Siglas

JIT – Just-In-Time

OEE – Overall equipment effectiveness

PDCA – Plan Do Check Act

SMED – Single Minute Exchange Die

TPM - Total Productive Maintenance

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work in Progress

Índice de Figuras

Figura 1 - Rácio de exportação da empresa (Fonte: http://www.bisilque.com/)	1
Figura 2 - Zonas de exportação da empresa (Fonte: http://www.bisilque.com/)	1
Figura 3 - Exemplos de produtos Bi-Office (Fonte: http://www.bi-office.com/)	2
Figura 4 - Exemplos de produtos Organize4Home: (Fonte: http://www.organise4home.com/)	2
Figura 5 - Casa TPS (fonte: http://sistemaproducciontoyota.blogspot.pt/)	4
Figura 6 - Sistema TPS (Adaptado de Ahrens (2006)).....	5
Figura 7 - Benefícios da Metodologia LEAN (Adaptado de Melton T. (2005)).....	5
Figura 8 - Os sete tipos de desperdício (fonte: http://blogsmartconsultoriajr.blogspot.pt/)	6
Figura 9 - Os 5S (Adaptado de: http://leanvalley.eu)	8
Figura 10 - Os 5S+1 (Adaptado de Pinto (2009))	9
Figura 11 - Quadro de Gestão visual e marcações de espaço (fonte: http://www.aleanjourney.com/)	10
Figura 12 - Luzes <i>Andon</i> (fonte: http://www.slideshare.net/)	10
Figura 13 - Sistema Push (Fonte: http://melhorar-negocios.blogspot.pt/)	10
Figura 14 - Sistema pull (Fonte: http://melhorar-negocios.blogspot.pt/)	11
Figura 15 - Exemplo de Heijunka Box (Fonte: http://www.heijunka.com/)	11
Figura 16 - VSM da situação inicial (fonte: Rother (2003))	12
Figura 17 - Cycle Time (Rother, 2003)	12
Figura 18 - Value added time (Rother 2003).....	13
Figura 19 - Lead Time (Rother 2003)	13
Figura 20 - VSM da situação final (Rother, 2003)	14
Figura 21 - Ciclo PDCA (Fonte: http://www.leanapplication.com/).....	14
Figura 22 - Cálculo do OEE	16
Figura 23 – Gráfico das principais famílias de produtos.....	19
Figura 24 - Operações realizadas no setor Office.....	21
Figura 25 – Mapa de fluxo da família A	23
Figura 26 - Média de OEE mensal da JPM	24
Figura 27 - Exemplo de cálculo do OEE realizado na JPM	25
Figura 28 - Proporção de tempos da JPM	25
Figura 29 - Causas de paragem na JPM	26
Figura 30 - Folha de registo de produção na máquina 120x90	26
Figura 31 - Quadro 5S em desuso	27
Figura 32 - Plástico de proteção de planos magnéticos espalhado no chão	27
Figura 33 - Folha resumo de planeamento utilizada nos equipamentos de montagem automática.....	28
Figura 34 - Evolução da percentagem de tempo efetivo de produção.....	31

Figura 35 - Folha de instrução de preenchimento dos registos de produção.....	31
Figura 36 - Gráfico de comparação de valores de OEE no equipamento 120x90.....	32
Figura 37 – Gráfico de comparação de valores de OEE no equipamento 90x60.....	33
Figura 38 – Gráfico de comparação de valores de OEE no equipamento 60x45.....	34
Figura 39 - Quadro de sequenciamento de produção da Máquina de Montagem Nova	37
Figura 40 - <i>Stocks</i> intermédios de quadros montados e embalados	37
Figura 41 - Gráfico do Inventário de 30 de dezembro de 2015.....	38
Figura 42 - Comparação entre zona de <i>stock</i> inicial e final.....	38
Figura 43 - Gráfico de comparação entre <i>stock</i> inicial e final.....	39

Índice de tabelas

Tabela 1 - Six Big Losses	17
Tabela 2 - Parâmetros de um quadro	18
Tabela 3 - Família A	19
Tabela 4 - Família B	20
Tabela 5 - Família C	21
Tabela 6 - Produção média por turno em 2015	24
Tabela 7 - Valores de OEE na JPM	30
Tabela 8 - Capacidades iniciais Montagem automática 120x90	32
Tabela 9 - Capacidades iniciais Montagem automática 90x60	33
Tabela 10 - Capacidades iniciais Montagem automática 60x45	34
Tabela 11 - Capacidade Process montagem nova	35
Tabela 12 - Cálculo do OEE Process Montagem Nova	35
Tabela 13 - Pontuações obtidas nas auditorias 5S	36

1 Introdução

1.1 Apresentação da empresa Bi-Silque SGPS S.A.

A Bi-Silque SGPS S.A. foi fundada em 1979 por Virgílio Ferreira e a sua esposa Aida Vasconcelos, inserindo-se no mercado como uma empresa familiar.

Tendo como objetivo produzir e comercializar produtos em cortiça para casa e escritório, desde cedo conseguiu destacar-se no mercado com os seus produtos inovadores e criação de valor para o cliente. O seu crescimento e evolução ao longo dos anos é reconhecido e atualmente exporta para mais de 60 países em 5 continentes, sendo que 98,7% das suas vendas são direcionadas para o mercado internacional (Figura 1). Apesar de grande parte dos artigos produzidos serem destinados à exportação, 60% das matérias-primas utilizadas são de proveniência nacional.

"O sucesso da Bi-Silque é assegurado pela sua abertura em relação à inovação e por ser conscienciosa em relação às necessidades do mercado..."



Figura 1 - Rácio de exportação da empresa (Fonte: <http://www.bisilque.com/>)

Na Figura 2 podem ser observados as zonas de exportação da Bi-Silque SGPS S.A.



Figura 2 - Zonas de exportação da empresa (Fonte: <http://www.bisilque.com/>)

A Bi-Silque SGPS S.A. engloba a Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A., a Bi-Joy – Distribuição e Comercialização de Produtos Representados S.A., a Bi-Bright – Comunicação Visual Interativa S.A., a Bi-Bloco – Produtos de Comunicação S.A., a Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual LTD (UK) e a Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual INC (EUA).

A Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual S.A. pertencente à *holding* Bi-Silque SGPS S.A. divide-se essencialmente em dois setores: Bi-Office e Organize4home.

Enquanto que os produtos da Bi-Office são direcionados para comunicação visual em escritórios, escolas, centros de estudo, fábricas e para âmbito profissional (Figura 3), os produtos Organize4Home são orientados para uso doméstico (Figura 4).



Figura 3 - Exemplos de produtos Bi-Office (Fonte: <http://www.bi-office.com/>)



Figura 4 - Exemplos de produtos Organize4Home: (Fonte: <http://www.organise4home.com/>)

1.2 O Projeto na empresa e objetivos

O projeto apresentado realizou-se na Bi-Silque, SGPS, na secção Office.

Esta secção é responsável pela produção de quadros com perfil de alumínio, sendo responsável atualmente por cerca de 75% das vendas da empresa. A produção é realizada com base no modelo *make-to-order*. Dada a elevada quantidade de referências de produtos diferentes e operações realizadas no setor, existe uma grande quantidade de *stocks* intermédios e dificuldade de sincronização entre operações, nomeadamente entre a operação de montagem e a operação da embalagem. A administração da empresa, liderada atualmente por André Vasconcelos, filho dos fundadores, decidiu recorrer a uma empresa de consultadoria especializada no campo da melhoria contínua e gestão. A empresa em causa, IberoGestão, iniciou um projeto em meados de setembro do ano transato com o âmbito da melhoria contínua, focando-se no setor Office, dando especial atenção ao equipamento JPM, onde é realizada a embalagem de cerca de 70% dos produtos.

O projeto desenvolvido ao longo desta dissertação reflete um trabalho desenvolvido em torno de problemas centrados na embalagem, focando-se redução de *stocks* e o aumento de produtividade.

Os principais objetivos do presente projeto são:

- Eliminar o desperdício;
- Melhorar o fluxo produtivo;
- Definir e implementar o cálculo do OEE;
- Reduzir *Lead Times*;
- Aumentar a produtividade.

1.3 Método seguido no projeto

O planeamento e etapas mais relevantes do presente projeto são as seguintes:

Recolha e análise de informação

- Compreensão dos processos
- Identificação dos tipos de desperdício e principais problemas.

Caracterização da situação inicial

Estudo e identificação de metodologias a adotar

Implementação das metodologias sugeridas

- Acompanhamento e monitorização dos processos implementados

Comparar os resultados obtidos com a situação inicial

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação é dividida em 5 capítulos principais, os quais estão subdivididos em subcapítulos, de forma a uma melhor compreensão dos seus conteúdos.

Neste primeiro capítulo presente foi efetuada uma apresentação da empresa onde o projeto decorreu e foi feita uma breve descrição do projeto e apresentados os seus objetivos.

No segundo capítulo é apresentado o estado de arte, necessário para conhecimento e domínio das ferramentas necessárias ao desenvolvimento do projeto, apresentando ainda alguns conceitos considerados necessários.

O capítulo três retrata a situação inicial do setor em estudo, apresentando os aspetos mais relevantes que levaram à definição dos principais objetivos do projeto.

No capítulo quatro são descritas as principais ações e medidas tomadas, que possibilitaram ir de encontro aos objetivos estipulados, assim como aos resultados que foram possíveis obter.

As principais conclusões e resultados obtidos são apresentados no capítulo cinco.

2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo será apresentada a revisão bibliográfica dos temas mais relevantes para a realização do presente projeto.

2.1 Introdução ao *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* teve origem no Sistema Toyota de Produção, o qual foi desenvolvido por Taiichi Ohno, criado e implementado em meados de 1950. Este sistema tem como principais objetivos reduzir custos, aumentar a qualidade, diminuir *lead times*, aumentar a segurança, e motivar e facultar formação às pessoas, apostando no seu envolvimento e trabalho. Esta alternativa à produção em massa foca-se na identificação e eliminação do desperdício, acrescentando valor para o cliente.



Figura 5 - Casa TPS (fonte: <http://sistemaproducciontoyota.blogspot.pt/>)

Os dois pilares que sustentam a casa TPS, Figura 5, são o JIT (*Just-in-time*) e a *Jidoka* (automação com intervenção humana). (Ohno 1997) O sistema *Just-in-time* assegura que as peças necessárias apenas serão entregues na quantidade necessária e no momento exato em que são precisas. De acordo com Ahrens (2006), o segundo pilar divide-se em três conceitos fundamentais:

1. Sempre que é produzido um defeito, o equipamento deverá ser parado imediatamente de forma a prevenir mais defeitos;
2. Este parâmetro permitiu à Toyota reduzir a mão-de-obra de modo a que cada operário pudesse monotonizar vários equipamentos;
3. Nas linhas de produção é permitido aos operários pararem as mesmas, cada vez que surge um problema, de modo a que este possa ser solucionado imediatamente.

Atualmente, um novo modelo é tido em consideração, dando maior enfoque ao elemento humano. Ahrens (2006) acredita que o facto de tanto Ohno como Shingo se terem apenas focado nas técnicas *lean*, esquecendo a importância do fator humano, poderá ter levado a que

a sua filosofia tenha sido desvalorizada. A Figura 6 reflete o novo modelo TPS, que toma em consideração todos estes fatores.

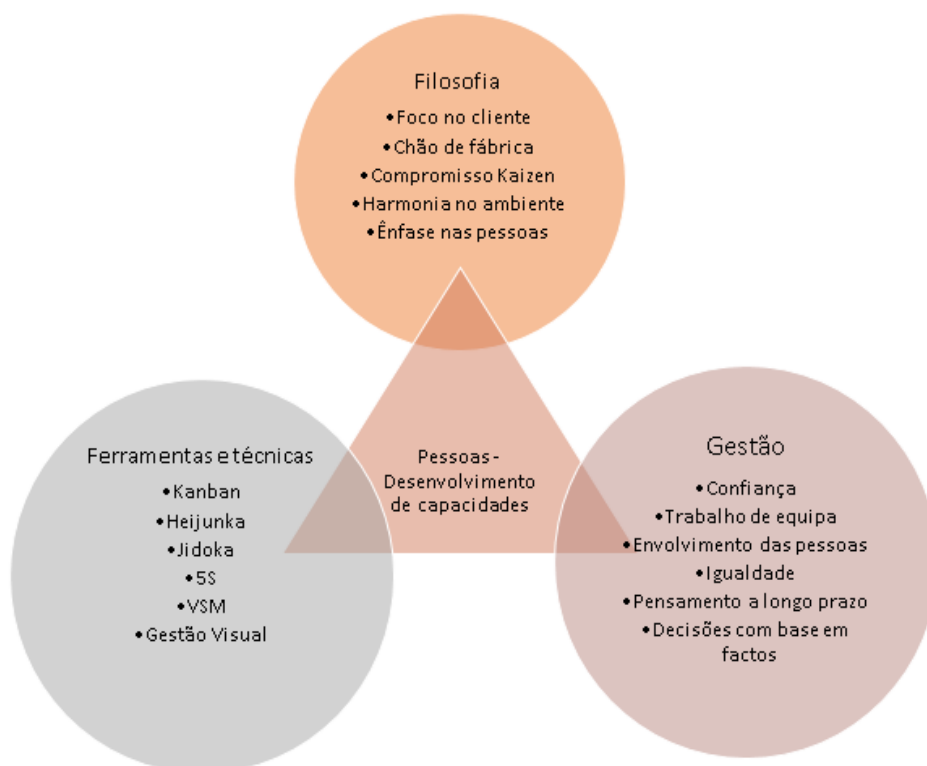


Figura 6 - Sistema TPS (Adaptado de Ahrens (2006))

O sucesso apenas será alcançado se todos os princípios desta abordagem forem aplicados e todos os elementos da organização estiverem empenhados em dar o seu melhor. Desta forma os benefícios obtidos serão os apresentados na Figura 7.



Figura 7 - Benefícios da Metodologia LEAN (Adaptado de Melton T. (2005))

Womack e Jones (1998) definiram os cinco princípios do *Lean* como sendo:

1. Valor – é importante identificar o que é o valor segundo a perspectiva do cliente.
2. Identificação da cadeia de valor – para cada tipo de produto deverá ser especificada a cadeia de valor, explicitando todos os processos necessários para desenvolver o mesmo. Estes processos devem ser distinguidos conforme acrescentem ou não valor ao produto final, sendo que haverá atividades que, apesar de não acrescentarem valor são necessárias (como inspeção e limpeza). Mantendo o foco em atividades que não acrescentam valor ao produto é possível identificar e eliminar o desperdício.
3. Fluxo – *“Uma vez que para determinado produto o valor tenha sido especificado com precisão, o fluxo de valor mapeado, as etapas que não agregam valor são eliminadas, sendo fundamental que o valor em processo flua, suave e continuamente, dentro das três tarefas de gestão críticas: solução de problemas, gestão da informação e transformação física”*. (Womack e Jones 1998)
4. Produção puxada – este tipo de produção tem como objetivo produzir apenas o que é necessário e quando é necessário. Assim é possível eliminar *stocks* e desperdícios.
5. Perfeição – este deve ser o principal objetivo de todas as pessoas envolvidas na cadeia de valor. Os quatro princípios apresentados acima permitem criar valor, diminuir desperdícios, aumentar a produtividade e diminuir custos. No entanto, este é um processo contínuo e somente através deste processo de melhoria contínua é possível manter os melhores resultados.

São considerados desperdícios todas as operações que não acrescentam valor para o cliente, Figura 8:

1. Defeitos
2. Espera (material/pessoas)
3. Movimentações
4. Processamento desnecessário
5. Excesso de produção
6. Stocks
7. Transporte

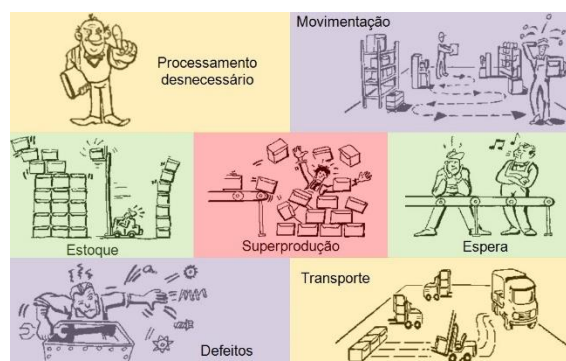


Figura 8 - Os sete tipos de desperdício (fonte: <http://blogsmartconsultoriajr.blogspot.pt/>)

Defeitos

Os defeitos constituem um dos desperdícios mais comum e podem ter origem interna ou externa. A diferenciação é feita com base no local onde o defeito foi causado: defeito interno quando é causado no próprio processo; externo quando foi causado anteriormente. Os custos associados a este desperdício podem ser elevados, pois há a necessidade de retrabalho ou até mesmo de voltar a produzir, assim como o desperdício de material, quando não é possível reparar o defeito.

De forma a eliminar este tipo de desperdício é essencial uma focalização na melhoria do produto e na forma como este é produzido, através de instruções de trabalho e de um controlo interno do processo.

Espera

As esperas, tanto de pessoas como de equipamentos, verificam-se cada vez que os operadores esperam por materiais ou informação, ficam inativos a ver as máquinas a funcionar e esperam que as estas fiquem disponíveis (quando há avarias). As consequências vão desde uma baixa

produtividade a longos *lead times*, causando atrasos ao longo do processo. Este tipo de desperdício pode ser causado por: avarias dos equipamentos (muitas vezes pelo mau estado destes), *setups*, falta de material ou de mão-de-obra, atrasos, *layouts* mal definidos, mau planeamento da produção e existências de gargalos no processo.

A solução pode passar por implementar manutenção preventiva, planeamentos estratégicos dos *setups*, optar por uma mudança de *layout*, repensar a forma como os abastecimentos são realizados e seguir a filosofia *Just-in-time* (utilizando o sistema puxado).

Movimentações

Sempre que seja efetuado um movimento de pessoas ou materiais que seja dispensável ou que não acrescente valor ao produto, existe desperdício. Este tipo de desperdício existe cada vez que o operador tem de procurar materiais ou ferramentas, quando há deslocações excessivas ou manuseamento excessivo do produto, causando baixa produtividade. As principais causas podem ser má definição de *layout*, falta de controlo visual e deficiente definição do processo.

Para eliminar este tipo de desperdício é necessário apelar à organização interna, *standard work*, gestão visual e fluxo contínuo.

Processamento desnecessário

Este tipo de desperdício está relacionado com a realização de processos que não acrescentam valor para o cliente, muitas vezes incorretos, causando elevados custos. As causas podem ser: instruções de trabalho mal definidas, especificações do cliente pouco claras, procedimentos inadequados e má definição de requisitos de qualidade.

Deverão ser especificados os requisitos de qualidade e do cliente e padronizar o trabalho.

Excesso de produção

Verifica-se cada vez que se produz cedo demais, rápido demais ou em quantidades maiores do que o necessário, causando desequilíbrios na linha de produção, elevados *lead times* e baixa *performance*, tendo como consequências a ocupação de espaço com *stocks* (que por sua vez requer transporte, mão-de-obra e causa desorganização) e consumo desnecessário de matérias-primas. Pode ser causado por um mau planeamento de produção, recorrência a maiores lotes de produção para evitar *setups* quando estes são demorados, e falta de fluxo contínuo dos materiais no processo. O uso de *kanban* e *Just-in-time* aliados ao SMED são as ferramentas ideais para combater este tipo de desperdício.

Stocks

Este tipo de desperdício pode ser identificado de cada vez que produtos ou materiais são produzidos acima das quantidades necessárias para satisfazer as necessidades do cliente. Como consequência, observam-se excesso de materiais em processo (WIP), faltas de espaço, elevados *lead times*, necessidade de retrabalhos face a problemas de qualidade e consequentemente maiores custos para a empresa. As soluções para este tipo de desperdício passam por um correto planeamento de produção, adoção da filosofia *Just-in-time*, a qual requer também uma correta política de manutenção e equipamentos em bom estado.

Transporte

Este tipo de desperdício encontra-se ligado às movimentações desnecessárias podendo ser causado por um *layout* não eficiente, onde os materiais têm fluxos complexos levando a excesso de inventário. Deverá ser estudado o *layout* e tentar que células que trabalham entre si fiquem próximas; deve também ser implementado o sistema *pull* e visar a organização dos locais de trabalho.

2.2 Ferramentas e técnicas *lean*

Nos próximos subcapítulos são apresentadas as ferramentas e técnicas consideradas mais importantes para o desenvolvimento do projeto.

2.2.1 5S

Os 5S são uma importante ferramenta para ajudar as empresas a atingirem a eficiência, qualidade e eficácia nos seus processos, através de organização e limpeza. Os resultados obtidos refletem-se na diminuição de custos e aumento de produtividade. O seu nome tem como origem 5 palavras japonesas com a inicial S, explicitadas na Figura 9.



Figura 9 - Os 5S (Adaptado de: <http://leanvalley.eu>)

Seiri- senso de organização

O primeiro passo na implementação dos 5S deverá ser a separação do que é útil ou inútil em cada local de trabalho. Com esta tarefa inicial é possível compreender que existem materiais ou objetos dispensáveis ao local de trabalho, que ocupam espaço e dificultam a organização.

Seiton – senso de arrumação

Cada material deverá ter um local próprio, identificado, e deverá ser arrumado após utilização no local designado para o efeito. A frequência de uso do material deve ser tida em consideração de modo a que os materiais mais utilizados fiquem mais acessíveis ao trabalhador. Esta etapa permite identificar faltas ou excesso de material, permitindo um controlo mais fácil.

Seiso – senso de limpeza

Um ambiente limpo é um dos aspetos mais importantes a considerar na execução de qualquer trabalho. É importante consciencializar os operários de que a limpeza proporciona mais segurança, rapidez e facilidade de trabalho. Deverá existir um plano de limpeza com instruções e divisão de tarefas pela equipa de trabalho.

Seiketsu – senso de padronização

Para assegurar que as etapas anteriores são cumpridas, é importante existir informação clara, funcional e visível acerca dos procedimentos a executar.

Shitsuke – senso de autodisciplina

A autodisciplina tem um papel fundamental para que os resultados obtidos e as implementações feitas tenham continuidade. Devem ser feitas formações e ações de sensibilização de forma a garantir o sucesso dos 5S.

Segundo Pinto (2009) deve ser ainda adotado um sexto S, que se refere à segurança, sendo imprescindível a qualquer atividade realizada (Figura 10).

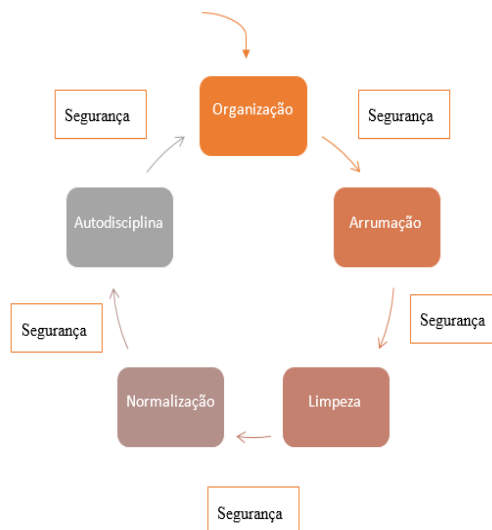


Figura 10 - Os 5S+1 (Adaptado de Pinto (2009))

As principais vantagens da adoção desta importante ferramenta são:

- Eliminação de desperdícios: em termos de custos e número de horas de trabalho;
- Trabalho mais eficiente: através de padronização de procedimentos é possível que os operários tenham mais tempo para se focarem nas tarefas mais importantes, realizando as mesmas com mais qualidade;
- Melhor nível de serviço: o princípio de um local de trabalho limpo e organizado possibilita ter mais tempo para a realização de tarefas de valor acrescentado;
- Postos de trabalho mais seguros: com os postos de trabalho organizados e com locais definidos para arrumação de cada item, as tarefas podem ser realizadas de forma mais segura e sem riscos.

2.2.2 Gestão / Controlo visual

Segundo Greif (1991) partilhar informação é partilhar poder e controlo.

Através da gestão visual é possível detetar de uma forma simples e rápida anomalias ou problemas, sendo também uma ferramenta importante para facilitar certas tarefas, assim como facilitar a comunicação. O foco desta ferramenta recai sobre os processos. Um dos exemplos de utilização de gestão visual, como apresentado na Figura 11, são os quadros com apresentação de indicadores, planeamento de tarefas ou outras informações relevantes. As marcações no chão constituem também uma parte importante da gestão visual, permitindo, de forma rápida, identificar quando algo não se encontra no local suposto.



Figura 11 - Quadro de Gestão visual e marcações de espaço (fonte: <http://www.aleanjourney.com/>)

Os *Andon*, ou indicadores luminosos exemplificados na Figura 12, são uma outra ferramenta importante já que de forma visual e rápida permitem identificar problemas, promovendo a sua imediata resolução.



Figura 12 - Luzes *Andon* (fonte: <http://www.slideshare.net/>)

2.2.3 Sistema Puxado (pull)

O sistema tradicional de produção, ou sistema tradicional empurrado (push), Figura 13, trata-se de um sistema em que são utilizados sistemas de previsão da procura e a produção é “empurrada”.

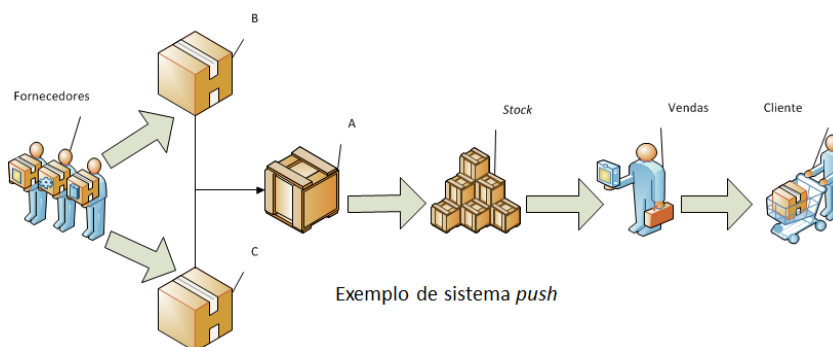


Figura 13 - Sistema Push (Fonte: <http://melhorar-negocios.blogspot.pt/>)

Em oposição, o sistema puxado, ou sistema *pull*, é controlado pela procura, tendo em conta as suas necessidades. Este sistema tem como base a filosofia *Just-in-time* permitindo que apenas seja produzida a quantidade necessária de um determinado produto quando este é necessário (Figura 14).

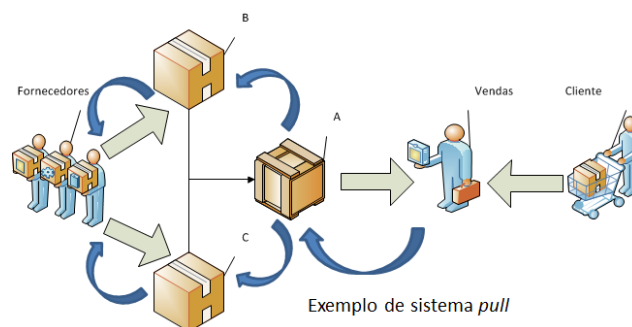


Figura 14 - Sistema pull (Fonte: <http://melhorar-negocios.blogspot.pt/>)

Este sistema apresenta como principais vantagens a redução de *stocks* e, conseqüentemente, redução de custos e problemas de qualidade a eles associados, resultando na redução de *Lead times*.

Os *kanbans* (cartões) são uma ferramenta do sistema pull que, segundo Pinto (2009), servem para informar os operadores acerca do que devem produzir, em que quantidade e momento, sendo que os mesmos são utilizados na direção cliente-fornecedor, criando um sistema de produção puxado.

2.2.4 Heijunka Box

Segundo Ballé (2010), a importância de uma Heijunka Box numa organização *lean* reside no facto de, ao produzir cada produto, durante o instante de tempo relevante, ser possível reduzir o *lead time* e aproximar o negócio da procura real.

Para a implementação desta ferramenta *lean* é necessário um estudo prévio das famílias de produtos. Como pode ser observado na Figura 15, em cada linha horizontal estão dispostas as famílias de produtos e em cada coluna são identificados intervalos de tempo, podendo corresponder a horas de produção ou a dias da semana. Os *kanbans* são dispostos nos locais disponibilizados de acordo com a informação contida. Desta forma a produção é nivelada de acordo com a procura do cliente e a organizada de forma a otimizar os recursos.



Figura 15 - Exemplo de Heijunka Box (Fonte: <http://www.heijunka.com/>)

2.2.5 VSM (Value Stream Mapping)

O objetivo da cadeia de valor é agregar valor ao produto que será entregue ao cliente. Através do VSM é possível identificar os desperdícios existentes na cadeia e nos processos, permitindo eliminar tudo o que retira valor. Esta ferramenta deverá ser utilizada após o estudo das famílias de produtos, sendo que cada família tem um VSM diferente.

De acordo com Rother (2003), o VSM é uma importante ferramenta porque:

- Permite visualizar o fluxo e muito mais que apenas os processos;
- Para além de permitir ver o desperdício, ajuda a identificar a sua origem;
- É uma linguagem comum quando se fala acerca dos processos;
- Mostra a ligação entre fluxo de informação e fluxo de materiais;
- É uma ferramenta qualitativa que descreve como a fábrica deverá trabalhar de forma a criar fluxo.

O foco deverá estar na forma de criar fluxo de informação de modo a que um processo apenas realize o que o processo seguinte precisa e quando precisa.

O primeiro passo é realizar o VSM relativo ao presente estado de fluxo, Figura 16, recolhendo informação no chão-de-fábrica. A sua realização não deverá exceder o espaço temporal de 1 ou 2 dias, e deverá ser realizado por uma equipa dedicada à sua elaboração, sendo posteriormente as diferentes informações validadas pelos responsáveis dos diferentes processos.

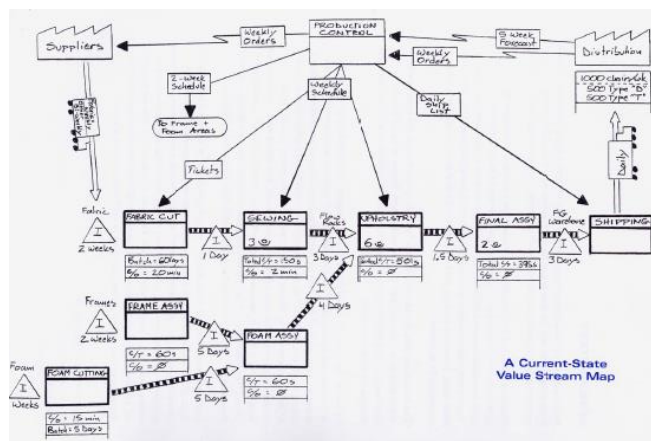


Figura 16 - VSM da situação inicial (fonte: Rother (2003))

As principais informações que deverão ser recolhidas nesta etapa são:

- Tempo de ciclo (C/T) – representa o tempo decorrido entre duas peças produzidas num dado posto de trabalho, Figura 17;

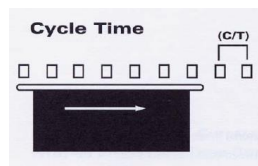


Figura 17 - Cycle Time (Rother (2003))

- Disponibilidade do equipamento (ou *uptime*) – percentagem do tempo planeado para produção num equipamento, que é tempo de produção efetivo;
- Número de operadores – número de operadores necessários para realizar as tarefas alocadas ao posto de trabalho;
- Tempo de Setup (C/O) – (ou *changeover time*) é o tempo necessário para a realização de *setup* no equipamento;
- Taxa de defeitos do posto de trabalho;

- Tempo disponível de trabalho – tempo útil disponível por turno para trabalhar no processo em questão (ao tempo total de trabalho do turno retiram-se as paragens planeadas tais como limpeza, almoço, reuniões, manutenção planeada);
- Tempo de valor acrescentado (VA) – tempo durante o qual são realizados processos que acrescentam valor para o cliente (Figura 18);

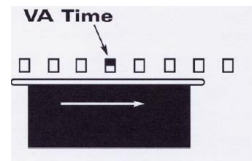


Figura 18 - Value added time (Rother (2003))

- Lead Time (L/T) – tempo que um produto demora a “atravessar” o seu fluxo de valor. O objetivo é sempre que este tempo seja o menor possível.

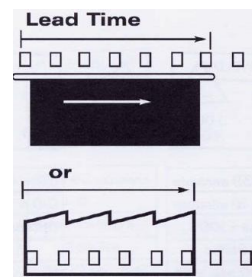


Figura 19 - Lead Time (Rother (2003))

É também importante representar o inventário entre processos, representado em número de peças e traduzido em tempo de trabalho. O fluxo de materiais deverá ser sempre desenhado da esquerda para a direita do mapa. A principal simbologia utilizada poderá ser consultada no Anexo A.

Após concluído o mapa da situação inicial é necessário perceber que alterações deverão ser realizadas de forma a obter o VSM ideal. Para tal será necessário:

1. Calcular o *Takt time* e produzir de acordo com o mesmo. Para tal é necessário haver rápida resposta a problemas, eliminar as paragens não planeadas, assim como o número e tempo despendido em *setups*. Este indicador é calculado da seguinte forma:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ útil\ de\ produção\ por\ turno}{Procura\ do\ cliente\ por\ turno}$$

2. Criar fluxo contínuo sempre que possível, eliminando inventário entre processos. Combinando o sistema *pull* e a metodologia FIFO será possível alcançar o fluxo desejado;
3. Usar supermercados de forma a controlar a produção, em locais onde não seja possível implementar o fluxo unitário;
4. Definir o *Pacemaker*, ou seja, o local da cadeia de valor que possui a informação acerca da procura do cliente. A partir dele será definido o ritmo de produção de toda a cadeia;
5. Nivelar a produção, distribuindo a produção de diferentes produtos durante um determinado horizonte temporal, recorrendo a uma *Heijunka Box*, por exemplo.

Concluída a análise, será possível desenhar o VSM da situação final, mantendo o enfoque na eliminação dos desperdícios e na aproximação da produção à procura do cliente, Figura 20.

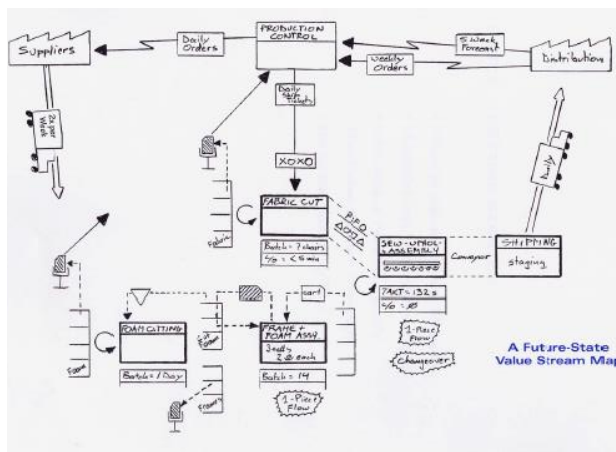


Figura 20 - VSM da situação final (Rother (2003))

Quando corretamente elaborado e analisado, o VSM é uma ferramenta que permite identificar e eliminar os desperdícios, compreender os processos, repensá-los torná-los mais eficientes.

2.2.6 Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act)

O ciclo PDCA (em português: Planejar, Fazer, Verificar e Agir) é uma ferramenta de melhoria contínua utilizada no controlo de processos e resolução de problemas (Figura 21).

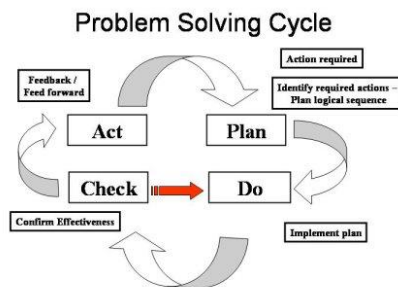


Figura 21 - Ciclo PDCA (Fonte: <http://www.leanapplication.com/>)

Engloba portanto quatro fases:

1. **Plan** – numa primeira fase devem ser definidos os objetivos e planeadas as atividades necessárias para os atingir;
2. **Do** – nesta fase deverão ser implementadas as atividades definidas a pequena escala, de modo a testar as mudanças a implementar;
3. **Check** – são analisados e interpretados os resultados obtidos com o foco na melhoria contínua. Com base nesses mesmos resultados é decidido se o planeamento inicial terá sido o mais correto face ao problema em estudo;
4. **Act** – esta fase implica a tomada de uma decisão. Se os resultados obtidos forem favoráveis, o ciclo poderá ser aplicado a uma maior escala. Em caso negativo deverá ser iniciado um novo ciclo com planeamento diferente. Em qualquer um dos casos o conhecimento obtido deverá ser utilizado para a implementação de melhorias.

Quanto mais vezes o ciclo PDCA for percorrido, mais eficaz será o processo de melhoria. (Pinto 2009)

2.2.7 Standard Work

Segundo Pinto (2009), a forma mais comum de garantir a uniformização dos processos, e uma redução de variação nos mesmos, passa por documentar os modos operatórios, ou seja, instruções de trabalho. Desta forma é possível garantir a eliminação na variabilidade de execução de processos, garantindo que todos os operários procedem de igual forma ao realizar determinada tarefa. Os três elementos necessários para a implementação desta ferramenta são:

- 1- *Takt Time*: taxa de produção de forma a responder às necessidades do cliente;
- 2- Sequência de operações: ordem pela qual devem ser realizadas as operações de forma a respeitar o *takt time*;
- 3- WIP (work-in-process): é necessário saber a quantidade necessária de *stock* para o funcionamento contínuo do processo.

De acordo com Ohno (1997), um documento de *standard work* deverá combinar efetivamente materiais, operários e máquinas de forma a que a produção seja eficiente.

2.2.8 TPM (Total Productive Maintenance)

Esta metodologia foca-se na manutenção preventiva e autónoma, de forma a que o tempo efetivo de produção dos equipamentos possa ser maximizado. O ênfase é dado às pessoas, na medida em que estas tenham o poder de manter a boa condição dos equipamentos. A responsabilidade do equipamento é partilhada e permite melhorias em termos de eficiência e produtividade. Esta filosofia tem como principais objetivos:

- Aumentar a eficácia dos equipamentos;
- Criar/melhorar o sistema de manutenção visando a manutenção planeada;
- Dar responsabilidade e formação ao operário de forma a que este seja capaz de monitorizar o estado do equipamento;
- Fomentar o trabalho em equipa e o envolvimento das pessoas.

De acordo com Elevli (2010) o OEE é uma ferramenta simples que permite ao gestor de produção conhecer a eficiência dos equipamentos, sendo um importante indicador do TPM. Através da sua análise podem-se tirar conclusões acerca dos parâmetros a atuar de forma a melhorar a eficiência.

As seis grandes perdas do *lean manufacturing* refletem-se nas três componentes do OEE: disponibilidade, desempenho e qualidade.

Assim sendo:

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade$$

Para efetuar o cálculo de cada uma das componentes do OEE é necessário compreender os conceitos a elas associados, nomeadamente a definição de: paragens planeadas, paragens não planeadas, produção teórica e peças não conformes. A forma de cálculo de cada componente do OEE é explicitada na Figura 22:

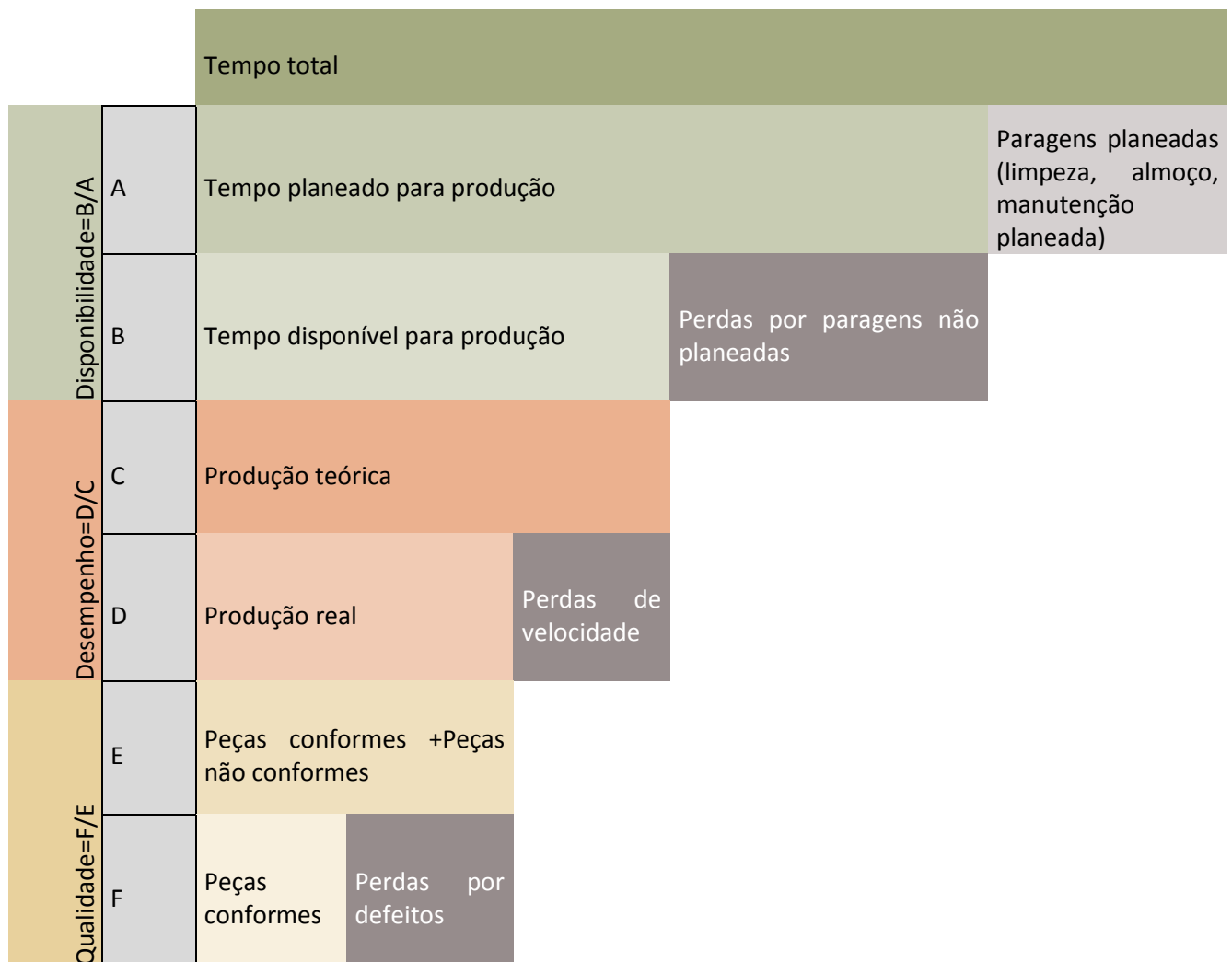


Figura 22 - Cálculo do OEE

Os valores obtidos para cada uma das componentes referidas permitem compreender as razões que impedem o equipamento de ser o mais eficiente possível. Seiichi Nakajima, criador do TPM, classificou essas razões como sendo as *Six Big Losses* (seis grandes perdas). O seu impacto na Disponibilidade, Desempenho e Qualidade é descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Six Big Losses

<i>Six Big Losses</i>	Observações	Tipo de perda	Componente do OEE afetado
Avarias do equipamento	É importante saber quanto tempo o equipamento avariou e qual a razão. Eliminar este tipo de paragens é crucial para melhorar o OEE. Para uma melhor análise deste parâmetro deverá existir uma tabela com os códigos de avaria, sendo posteriormente possível analisar esta informação.	Perdas por paragens não planeadas	Disponibilidade
Setups e afinações	O tempo perdido é normalmente medido entre a última peça conforme produzida antes do <i>setup</i> e a primeira peça a conforme produzida após o <i>setup</i> , estando por vezes incluído neste tempo o necessário para pequenas afinações. Para reduzir este tempo pode-se recorrer a um estudo de SMED.		
Microparagens	Quando o equipamento não se encontra a trabalhar a uma velocidade estável, irá ter perdas de velocidade e perder o fluxo contínuo. Este tipo de paragens não são causadas por avarias, mas por pequenos problemas que diminuem a sua estabilidade. Apesar de normalmente serem problemas de rápida resolução, causam perdas na <i>performance</i> do equipamento.	Perdas de velocidade	Desempenho
Redução de velocidade	Sempre que a cadência do equipamento é inferior à que foi especificada pelo fabricante verifica-se este tipo de perda. O objetivo passa por reduzir a diferença entre a cadência atual do equipamento e a máxima a que o mesmo poderá trabalhar.		
Defeitos retrabalhos	Cada vez que os produtos não respondem às especificações de qualidade são rejeitados podendo necessitar de retrabalho. O objetivo é zero defeitos, ou seja, produzir bem à primeira.	Perdas por defeitos	Qualidade
Produção reduzida ou perdas no arranque	Ocorrem sempre que a produção não é imediatamente estável no arranque do equipamento, fazendo com que os produtos não correspondam às especificações.		

3 Caracterização e análise do processo produtivo

Neste capítulo é apresentada a caracterização e análise do processo produtivo na situação inicial do projeto.

3.1 O produto

Para uma melhor compreensão do processo é necessário começar por analisar os produtos do setor Office. Existem três parâmetros que diferenciam os quadros entre si: dimensões, tipo de perfil e material do plano. Na Tabela 2 são apresentadas as várias opções:

Tabela 2 - Parâmetros de um quadro

Tamanho do quadro (cm) ¹	Material do plano	Tipo de perfil
60x45	Alcatifa	Maya Plástico
90x60	Cortiça	Maya Alumínio
120x90	Magnético	Office Depot
150x100	Cerâmica	New Generation
150x120	Chapa branca nos 2 lados	Universal
180x90	Fórmica	
180x120	Chapa impressa	
240x120	Combinado	
300x120		

É de salientar que apenas os tamanhos de quadros mais comuns foram apresentados, podendo ainda ser produzidos quadros de 120x120, 200x100, 200x120, entre outras dimensões.

Existe portanto uma diversidade de combinações diferentes que levam a um elevado número de referências.

Foi realizada a análise de famílias de produtos tendo em conta dados relativos a 2014 e 2015. Através do ficheiro de quadros produzidos, todas as referências foram classificadas de acordo com os equipamentos por onde passam. Para essa mesma divisão foram consideradas as seguintes etapas de processo:

¹ Podem ainda ser realizados quadros para encomendas especiais cujas especificações poderão diferir das indicadas

- Corte
- Cravagem
- Picagem
- Montagem
- Embalagem

A análise das famílias, que se encontra sintetizada na Figura 23, permite concluir que para a divisão em famílias a diferenciação é feita através das dimensões do quadro e tipo de perfil, sendo que o material do plano não influencia o percurso dos quadros (apenas uma pequena parte dos quadros, alocados a famílias menos importantes, tem características que fazem diferir o percurso, tais como planos combinados ou com impressão).

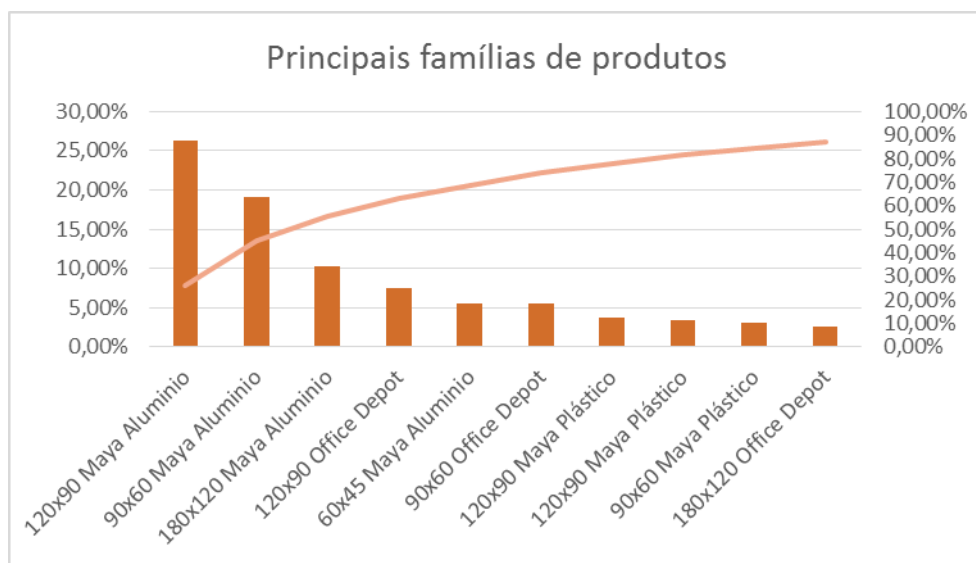


Figura 23 – Gráfico das principais famílias de produtos

A família mais importante, Família A ou Família 120x90 Maya Alumínio, representativa de 26% da produção do setor, tem a composição apresentada na Tabela 3:

Tabela 3 - Família A

Dimensão	Plano	Perfil	Produção 2015	% Acumulada
120x90	Magnético	Maya Alumínio	89518	7%
120x90	Alcatifa/Feltro	Maya Alumínio	73854	13%
120x90	Cortiça	Maya Alumínio	52863	23%
120x90	Cerâmica	Maya Alumínio	39750	34%
120x90	BR/BR	Maya Alumínio	30995	42%
120x90	BR/QD	Maya Alumínio	12432	77%

Os restantes 23% de quadros, 120x90 Maya Alumínio, pertencem a uma outra família dado que o seu percurso é diferente. Estes quadros são aqueles cujo plano é combinado, de rede ou

ardósia. Conclui-se que os quadros constituintes da Família A são montados na máquina de montagem automática 120x90 e embalados na linha de embalagem JPM.

A segunda família mais importante é a Família B, ou Família 90x60 Maya Alumínio, responsável por 19% da produção do setor é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Família B

Dimensão	Plano	Perfil	Produção 2015	% Acumulada
90x60	Magnético	Maya Alumínio	73185	19%
90x60	Cortiça	Maya Alumínio	43945	27%
90x60	Alcatifa/Feltro	Maya Alumínio	43633	30%
90x60	Cerâmica	Maya Alumínio	23732	57%
90x60	BR/BR	Maya Alumínio	22523	59%
90x60	BR/QD	Maya Alumínio	8484	84%
90x60	Rede	Maya Alumínio	1315	97%

A família apresentada representa quadros montados na máquina de montagem automática 90x60 e embalados na linha de embalagem JPM.

A família seguinte, Família C, representa 10% da produção do setor e é composta por diferentes dimensões. No entanto, estas referências passam pelos mesmos postos de trabalho, sendo a maioria da dimensão 180x120, compondo a família apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 - Família C

Dimensão	Plano	Perfil	Produção 2015	% Acumulada
180x120	Magnético	Maya Alumínio	22325	60%
150x100	Magnético	Maya Alumínio	16865	66%
150x100	Cerâmico	Maya Alumínio	14643	71%
180x120	Alcatifa/Feltro	Maya Alumínio	13702	74%
180x120	BR/BR	Maya Alumínio	11166	79%
180x120	Cerâmico	Maya Alumínio	9078	83%
180x90	Cortiça	Maya Alumínio	6972	86%
180x120	BR/QD	Maya Alumínio	4065	90%
180x90	Magnético	Maya Alumínio	3742	91%
180x120	Cortiça	Maya Alumínio	3548	92%
150x120	Cerâmico	Maya Alumínio	3223	93%
150x100	Cortiça	Maya Alumínio	3180	94%
150x120	Magnético	Maya Alumínio	1606	96%
150x100	BR/BR	Maya Alumínio	1567	97%
150x120	BR/BR	Maya Alumínio	1562	97%

Os quadros desta família são montados na máquina de montagem automática Process montagem e embalados na linha Process embalagem.

Concluiu-se da análise das famílias de produtos que a maioria dos quadros produzidos são montados nas linhas de montagem automática 120x90, 90x60 e Process e embalados na JPM e Process embalagem.

3.2 Descrição do processo de produção de um quadro

Para melhor entendimento do processo é necessário compreender as etapas necessárias à produção de um quadro.

As principais operações realizadas no setor Office são apresentadas na Figura 24:

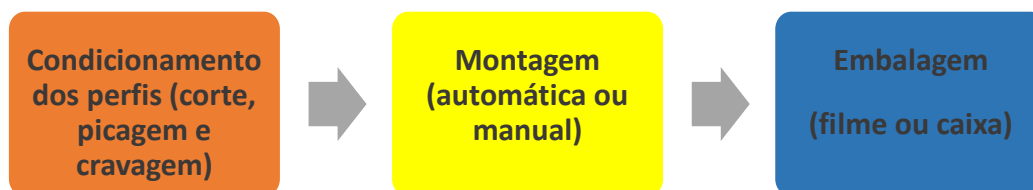


Figura 24 - Operações realizadas no setor Office

Os planos para a realização de quadros são fornecidos por uma outra secção, onde é realizado todo o processo de corte, colagem e impressão dos planos necessários para o quadro final. Relativamente ao processo de condicionamento dos perfis, este é inteiramente realizado na

secção Office. Existem, como já referido, cinco tipos de perfil: Universal, New Generation, Maya e Office (todos de alumínio) e Maya plástico. Dependendo do tipo e tamanho de perfil, este poderá vir já cortado do fornecedor. Porém, a maioria dos perfis são cortados à medida desejada na máquina de corte.

Após terem as dimensões desejadas os perfis são picados e cravados, sendo que cada quadro necessita de dois perfis picados e dois perfis cravados para a sua correta montagem. Existem 4 máquinas de montagem automática: 120x90, 90x60, 60x45 e Process (nesta máquina podem ser produzidos quadros com dimensões 100x100, 120x120, 120x90, 150x100, 150x120, 180x90, 180x120, 240x120 e 300x120). Normalmente os quadros mistos ou com impressão são realizados na montagem manual, exceto quando as encomendas são grandes e não há perigo das máquinas danificarem o plano.

O tipo de embalagem dos quadros varia de acordo com o pedido do cliente, assim como os acessórios, instruções e rótulos utilizados. Os quadros podem ser embalados em caixas individuais ou pode uma caixa conter vários quadros. Os quadros podem ainda ser embalados em filme antes de serem colocados na caixa ou colocados na caixa e de seguida a caixa ser revestida a filme. Existem 6 tipos de caixa: Caixa Maya, Office Depot, Grossa, Fina, Normal ou Especial.

3.3 Situação inicial

Inicialmente foi feito um levantamento dos principais problemas, recorrendo aos próprios operários para os identificar. Os principais problemas levantados foram:

- fábrica desarrumada;
- falta de espaço;
- excesso de *stock*;
- problemas de qualidade;
- baixa produtividade;
- implementações de metodologias *Lean* falhadas.

Para uma melhor compreensão da origem destes problemas foi realizada uma planta do setor em causa, de forma a melhor compreender os fluxos de materiais (ver Anexo B).

A tarefa seguinte foi analisar cada posto de trabalho individualmente, encontrando-se as informações mais importantes resumidas na tabela apresentada no Anexo C.

3.3.1 Mapa de fluxo

Após a análise das famílias de produtos e compreensão do processo produtivo de um quadro, foi elaborado um primeiro mapa de fluxo referente à família com maior representatividade: 120x90 Maya Alumínio, representado na Figura 25.

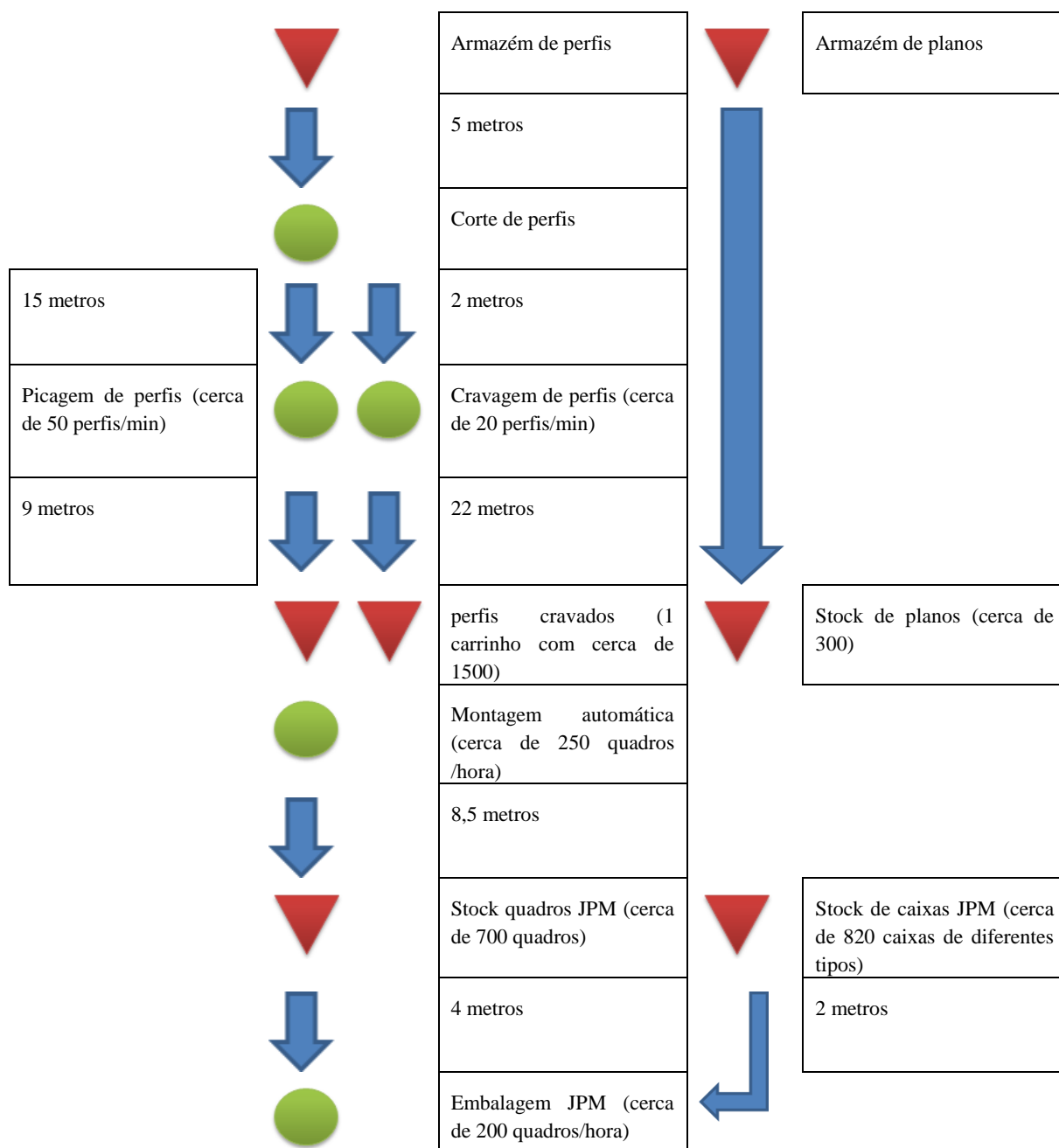


Figura 25 – Mapa de fluxo da família A

Analisando o mapa de fluxo conclui-se que a máquina de montagem está a produzir mais que a de embalagem, criando acumulação de *stock* intermédio.

3.3.2 JPM

Dos problemas identificados inicialmente, o equipamento que se encontrava em estado mais “crítico” era o de embalagem JPM. A JPM é uma máquina de embalagem automática em que são embalados, na maior parte, quadros provenientes das máquinas de montagem 120x90 e 90x60.

No seu caso específico foi detetada uma baixa produtividade, originando elevados *stocks* entre montagem e embalagem e problemas de sincronização. Sendo que a capacidade definida pelo fabricante é de 600 quadros por hora e que no estado atual apenas são embalados cerca de 200 quadros por hora havia uma grande necessidade de estudo à referente situação. Em primeiro

lugar, e visto que o OEE do equipamento estava a ser calculado, foi realizada uma análise aos seus valores.

Para além da evolução da média de OEE mensal, apresentada na Figura 26, foi também analisada a produção média por turno ao longo do ano de 2015, apresentada na Tabela 6.

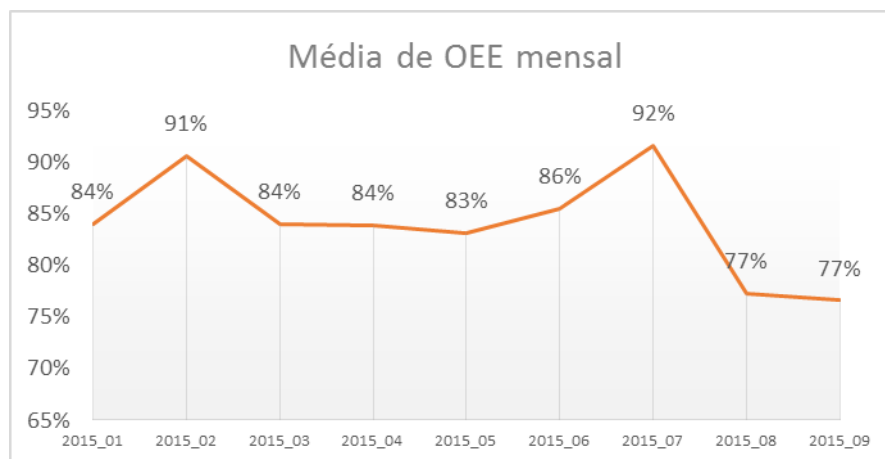


Figura 26 - Média de OEE mensal da JPM

Tabela 6 - Produção média por turno em 2015

Mês	Nº de turnos	Produção total	Produção média por turno
2015_01	39	68909	1767
2015_02	30	49643	1655
2015_03	40	61150	1529
2015_04	34	51533	1516
2015_05	39	56030	1437
2015_06	22	35707	1623
2015_07	39	63637	1632
2015_08	40	51342	1284
2015_09	30	38817	1294

Apesar de os valores analisados, tanto no gráfico como na tabela, serem um sinal de alerta, destacou-se o facto dos valores de OEE do equipamento serem demasiado altos na situação em questão. Foi portanto necessário, em paralelo com a análise à diminuição de produtividade da máquina, analisar a forma como o OEE estava a ser calculado.

Começou-se por verificar os registos de produção onde a chefe de linha calculava o referido indicador (Figura 27).

Qualidade	S/ defeito + Produzidos	$\frac{1950}{1922} = 1$
Disponibilidade	Tempo total - paragens + Tempo total	$\frac{450}{450} = 1$
Desempenho	Produzidos + Tempo total - paragens + Objetivo + Tempo total	$\frac{1922}{450} = 4,3$ $\frac{2025}{450} = 4,5$ $\frac{1922}{2025} = 0,9$
OEE	Qualidade x Disponibilidade x Desempenho	90%

Figura 27 - Exemplo de cálculo do OEE realizado na JPM

No caso específico apresentado, o OEE obtido era de 90%, o que, face aos problemas e tempos de paragem da máquina, não coincidia com a realidade. O primeiro erro estava relacionado com a distinção entre quadros produzidos e quadros sem defeito, onde as quantidades eram trocadas. De seguida, analisando a disponibilidade observou-se que na parcela de “tempo total-paragens” estariam a ser contabilizadas apenas paragens para almoço.

Concluiu-se que apesar da fórmula de cálculo ser correta, os tempos, quantidades e objetivos não estavam a ser bem preenchidos, havendo necessidade de formação neste aspeto. Sendo que os dados disponíveis não eram um indicador fiável, foi realizado um estudo inicial, através de observações realizadas na primeira semana de outubro, que se encontram sintetizadas na Figura 28.

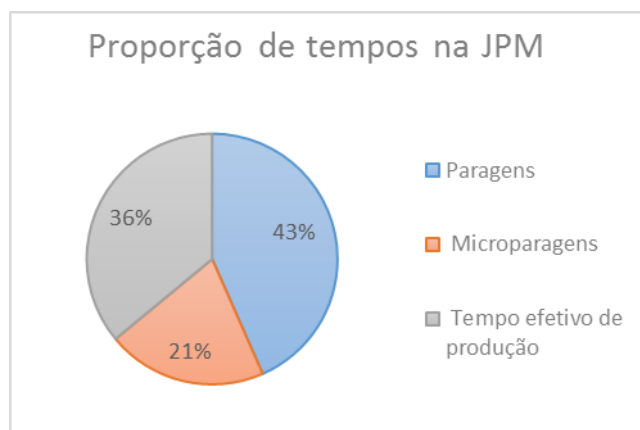


Figura 28 - Proporção de tempos da JPM

Através da Figura 28 torna-se claro que grande parte do tempo de produção era perdido em paragens e microparagens, sendo que apenas 36% do tempo disponível num turno é considerado tempo efetivo de produção (tempo no qual os 3 robôs trabalham sincronizados sem paragens). Foi então realizado um levantamento das causas de paragens, apresentado na Figura 29.

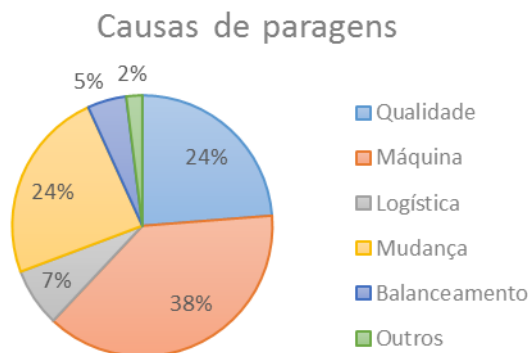


Figura 29 - Causas de paragem na JPM

As principais causas de paragem eram o estado da máquina (devido a problemas de manutenção e afinação), problemas de qualidade dos quadros e mudanças de quadros ou caixas, nos robôs de entrada do equipamento.

3.3.3 OEE

Após concluir que era necessário redefinir a forma como era calculado o OEE na JPM, tornou-se importante verificar como o mesmo estava a ser calculado nos restantes equipamentos, de forma a garantir que este indicador podia ser utilizado como comparação em todos os equipamentos. Nomeadamente no caso das máquinas de montagem automática, existiam registos diários de produção e informação relativa a paragens dos equipamentos, Figura 30.



Figura 30 - Folha de registo de produção na máquina 120x90

Na folha de registo de produção, em cada coluna eram registadas as seguintes informações: hora de início e fim de produção de um dado tipo de produto, tipo de perfil e de plano, dimensão do quadro (apesar de em alguns equipamentos apenas ser produzida uma dimensão de quadros, a nova máquina pode fazer tamanhos diferentes, assim como a embalagem pode embalar diferentes tamanhos), defeitos internos e externos, total produzido e total rejeitado.

Após uma análise aos dados referentes aos meses de julho, agosto e setembro tornou-se claro que a forma de preenchimento dos registos de produção denotavam uma certa variabilidade

no seu preenchimento e falta de formação e coerência por parte dos responsáveis pela tarefa, sendo que os dados registados nem sempre eram credíveis.

No entanto, para os equipamentos referidos, havia informações que permitiam o cálculo do OEE, sendo que o mesmo estaria a ser analisado trimestralmente por responsáveis da produção. O OEE referido estava calculado com base nos seguintes cálculos:

$$\text{Objetivo} = \frac{\text{Capacidade} * \text{Tempo disponível de produção}}{60}$$

$$\text{OEE} = \frac{\text{Total Produzido}}{\text{Objetivo}}$$

Tornou-se então claro que o indicador que estava a ser analisado como OEE era na verdade um índice de produtividade, que entrava em consideração com valores de capacidades dos equipamentos que numa primeira análise não pareciam aproximar-se da realidade.

3.3.4 5S

Várias implementações de 5S foram feitas, tendo no entanto havido resistência e, por fim, desistência desta ferramenta *lean*. Em vários postos de trabalho existiam quadros dos 5S (Figura 31), que não estavam a ser utilizados nem atualizados, estando até mesmo alguns fora do local suposto.



Figura 31 - Quadro 5S em desuso

Não existia um local definido para a maior parte das ferramentas e materiais necessários e havia marcas no chão desatualizadas, devido a várias mudanças de *layout*. Em alguns locais não existia uma correta diferenciação nem locais próprios para lixo (Figura 32).



Figura 32 - Plástico de proteção de planos magnéticos espalhado no chão

Não existiam planos de limpeza e o material utilizado em cada posto de trabalho não era controlado nem havia diferenciação de posto para posto, ou seja, uma espátula da máquina 120x90 poderia estar a ser utilizada num outro equipamento, o que obrigava a que as pessoas tivessem de procurar o material ou pedir material novo sem necessidade. De acordo com a documentação encontrada as últimas auditorias 5S tinham sido realizadas em 2014.

Nos vários equipamentos não existiam rotinas nem planos de limpeza atualizados que fossem cumpridos, existindo necessidade de uma intervenção 5S e, consequentemente, da criação de rotinas de limpeza e arrumação em cada posto de trabalho. A correta diferenciação de ferramentas em cada posto de trabalho também constituía uma área de intervenção importante, de forma a reduzir constantes movimentações entre postos de trabalho.

3.3.5 Planeamento

No caso da embalagem, a chefe de linha tinha acesso a uma lista de produção com datas prometidas de encomenda e números de ordem de fabrico. Através dessa lista o chefe da embalagem realizava um resumo de tipos e quantidades de produto requeridas para esse mesmo dia e entregava nos postos de montagem a jusante

(Figura 33).

Ordem	Material	Quantidade	Data
29	cerâmica	90	
	azul	20	
	cinza	235	
	mag	232	
	bn/bn	174	
	azul	110	
	cinza	180	
	mag	5	
	bn/bn	5	
30	bn/bn	24	
	azul	96	
	cinza	90	
	mag	42	
	bn/bn	60	
	cerâmica	3	
	cerâmica papel	200	
	cerâmica papel	6	
	cerâmica	420	
	cerâmica	110	
	mag	60	

Figura 33 - Folha resumo de planeamento utilizada nos equipamentos de montagem automática

A elaboração deste resumo visava uma redução do número de *setups* realizados nas máquinas de montagem. Porém, como os chefes de linha da montagem não tinham acesso às ordens de produção e trabalhavam com base em resumos, era frequente haver falhas de comunicação entre linhas e o chefe da linha de embalagem ter de procurar paletes de quadros prontos a embalar.

3.3.6 Síntese da situação inicial

Dados os vários pontos analisados foi possível definir as áreas a intervir, sendo que as principais tarefas do projeto passariam por:

- Definição e implementação do cálculo do OEE nos equipamentos de embalagem e montagem automática;
- Análise e resolução dos problemas que estariam a afetar o bom desempenho do equipamento JPM;
- Eliminação da quantidade de *stock* entre linhas de montagem e embalagem;
- Implementação e monitorização dos 5S;
- Redefinição do processo de planeamento.

4 Desenvolvimento do projeto

Para uma melhor explicação das várias etapas do projeto, subdividiu-se o presente capítulo de acordo com as várias áreas de intervenção descritas no capítulo referente à situação inicial.

4.1 JPM

O estudo inicial realizado permitiu compreender que o equipamento se encontrava bastante degradado em termos mecânicos. Era frequente os sensores partirem, os robôs avariarem e haver encravamentos na entrada e saída de paletes, obrigando muitas vezes os operários a optar por embalar manualmente os quadros. Utilizando como referência o manual do equipamento foi possível perceber que muitos dos problemas poderiam ser resolvidos com pequenas afinações realizadas pelos próprios operários e com intervenções mecânicas planeadas, sendo para tal necessário, em primeiro lugar, repor o equipamento nas suas condições ideais de funcionamento.

Este trabalho teria, porém, de ser realizado pelo próprio fabricante do equipamento, dado que a equipa de manutenção não possuía recursos e a formação necessária. Rapidamente se começaram a tomar medidas e em meados do mês de novembro foi realizada a primeira grande intervenção mecânica.

Através do estudo do manual do equipamento foi também possível compreender de que forma se poderiam obter os dados necessários para o correto cálculo do OEE. Através do display de interface com o utilizador, o equipamento fornece 5 linhas com referências temporais associadas ao funcionamento dos robôs. No final do turno o chefe de linha copia esses tempos para a folha de produção, sendo assim possível o correto cálculo do OEE.

Como não existiam os dados necessário para calcular o valor de OEE nos meses anteriores, são apresentados na Tabela 7 os valores antes e depois da implementação de novo cálculo.

Tabela 7 - Valores de OEE na JPM

Mês	OEE antigo	Produção média por turno	OEE novo	Disponibilidade	Desempenho	Qualidade
2015_01	84%	1767				
2015_02	91%	1655				
2015_03	84%	1529				
2015_04	84%	1516				
2015_05	83%	1437				
2015_06	86%	1623				
2015_07	92%	1632				
2015_08	77%	1284				
2015_09	77%	1294				
2015_10		1386	35%	91%	39%	99%
2015_11		1289	32%	92%	36%	98%
2015_12		1374	33%	93%	37%	95%
2016_01		1296	32%	93%	36%	95%

Através desta forma de medir o OEE é possível compreender a que se deve a baixa produtividade do equipamento, alocando-se a percentagem mais baixa ao indicador de desempenho, o qual reflete as várias microparagens do equipamento.

Visto que a JPM não possuía capacidade para embalar quadros das máquinas 120x90 e 90x60, e de forma a combater o excesso de inventário, foi criada uma nova linha de embalagem dedicada a quadros de dimensões 90x60 e 60x45. Desta forma a JPM passou a embalar maioritariamente quadros provenientes da máquina 120x90. O novo *layout* do setor, após a mudança referida, pode ser consultado no Anexo D.

Realizando uma análise ao rácio entre o tempo efetivo de produção e o Tempo Total disponível por turno obteve-se a evolução apresentada na Figura 34.

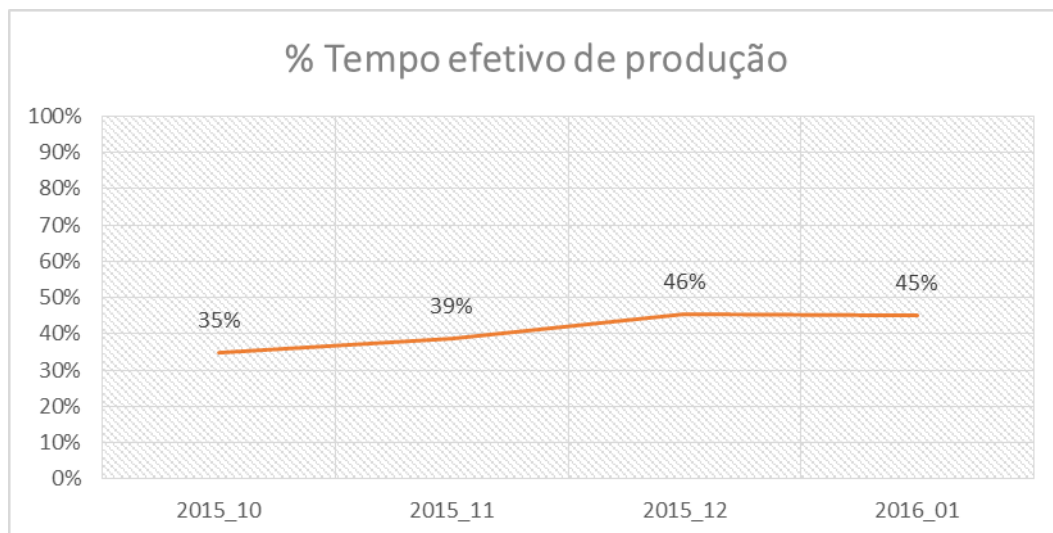


Figura 34 - Evolução da percentagem de tempo efetivo de produção

Face aos 36% de tempo efetivo de produção obtido nas observações iniciais, torna-se claro que a produtividade do equipamento tem vindo a aumentar.

4.2 OEE

Devido aos problemas de cálculo do OEE evidenciados inicialmente, foi realizado um levantamento das capacidades de todos os equipamentos de montagem automática, assim como da embalagem JPM. Após esse levantamento, foi realizada uma comparação entre valores de capacidade que estariam a ser utilizados como referência e os valores de capacidade real e foi elaborada uma análise crítica para cada um dos equipamentos. É de salientar que mesmo os valores corrigidos do OEE poderão divergir da realidade, visto que toda a informação recolhida para os cálculos é registada e fornecida pelos chefes de linha, que se encontram a receber formação acerca do correto preenchimento dos registos de produção e de registo de tempos de paragem.

Em cada posto de trabalho foi colocada uma instrução de preenchimento dos registos de produção (Figura 35) de forma a eliminar a variabilidade nos registos e a complementar a formação dada a cada chefe de linha.

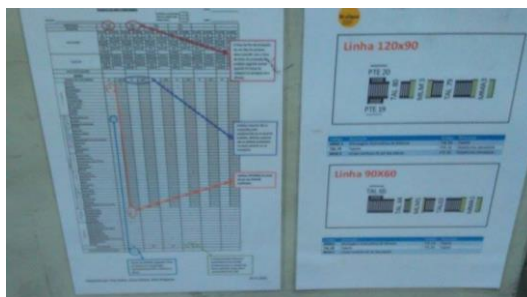


Figura 35 - Folha de instrução de preenchimento dos registos de produção.

Apresenta-se, de seguida, a análise realizada a cada equipamento:

- Montagem automática 120x90

Tabela 8 - Capacidades iniciais Montagem automática 120x90

Formato	Capacidade Real (quadros/hora)	Capacidade Média (quadros/hora)
120x90 Maya	360	300
120x90 OD	340	250
120x90 Plástico	200	200

Inicialmente era com base na Tabela 8 que o OEE era calculado, sendo que haveria valores de “OEE real” e “OEE médio”, sendo admitido que a capacidade do equipamento era condicionada pelo perfil em utilização, o que pelas observações realizadas não se verificou. Realmente o que acontecia era que, pelo facto do perfil Office Depot causar muitos encravamentos no equipamento, acreditava-se que a sua capacidade era mais baixa ao trabalhar com este tipo de perfil. A partir das observações realizadas concluiu-se que a capacidade real do equipamento é 327 quadros/hora. Com base em informação de registos de produção e de tempos de paragem antigos, foi elaborado o gráfico apresentado na Figura 36, tornando-se visível de que forma o valor de OEE estava, ou não, a ser inflacionado pela má definição da fórmula de cálculo e de capacidade. A média de diferença de valores entre o OEE real antigo e o OEE corrigido é de, aproximadamente, 6%.

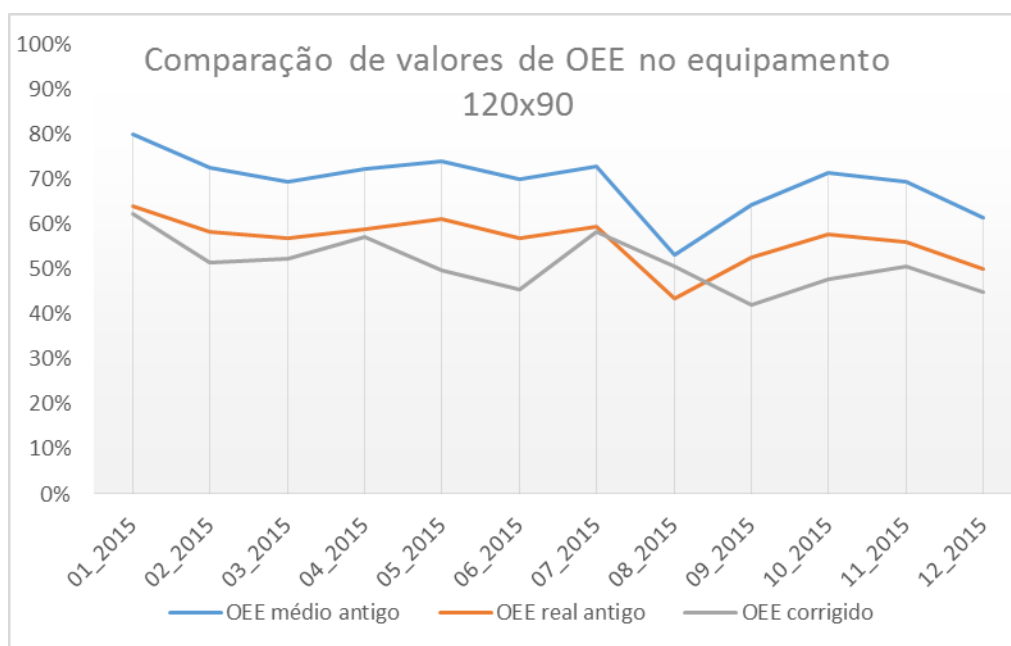


Figura 36 - Gráfico de comparação de valores de OEE no equipamento 120x90

A tabela com discriminação das componentes do OEE pode ser consultada no Anexo E.

- Montagem automática 90x60

O equipamento de montagem automática 90x60 tinha como referência as capacidades apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Capacidades iniciais Montagem automática 90x60

Formato	Capacidade Real (quadros/hora)	Capacidade Média (quadros/hora)
90x60 Maya	400	250
90x60 OD	200	250
90x60 Plástico	200	200

As conclusões tiradas relativamente ao mau cálculo no caso da montagem automática 120x90 aplicam-se também a este equipamento. As observações realizadas permitiram concluir que a capacidade deste equipamento é de 400 quadros por hora, independentemente do tipo de perfil utilizado. Estando esta capacidade próxima da que estava a ser utilizada como referência para cálculo do OEE real antigo, a discrepância entre esses mesmos valores e o OEE corrigido não se mostrou muito elevada, sendo, em média, da ordem dos 4% nos meses apresentados (Figura 37).

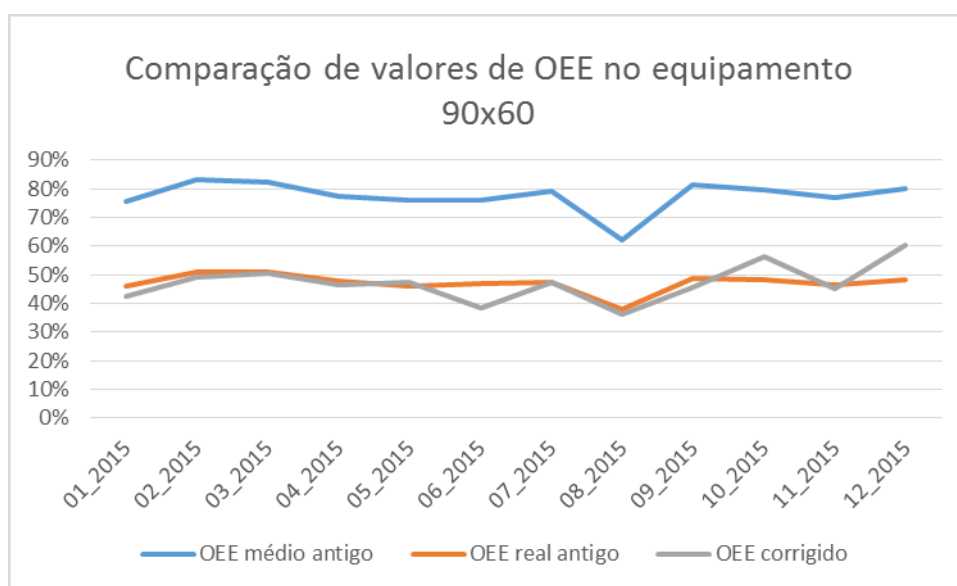


Figura 37 – Gráfico de comparação de valores de OEE no equipamento 90x60

- Montagem automática 60x45

As capacidades que estavam a ser consideradas para este equipamento estão apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Capacidades iniciais Montagem automática 60x45

Formato	Capacidade Real (quadros/hora)	Capacidade Média (quadros/hora)
60x45 Maya	360	200
60x45 OD	360	200
60x45 Plástico	200	200

Constatou-se que a capacidade real do equipamento 60x45 era na realidade 327 quadros/hora, tal como no equipamento 120x90.

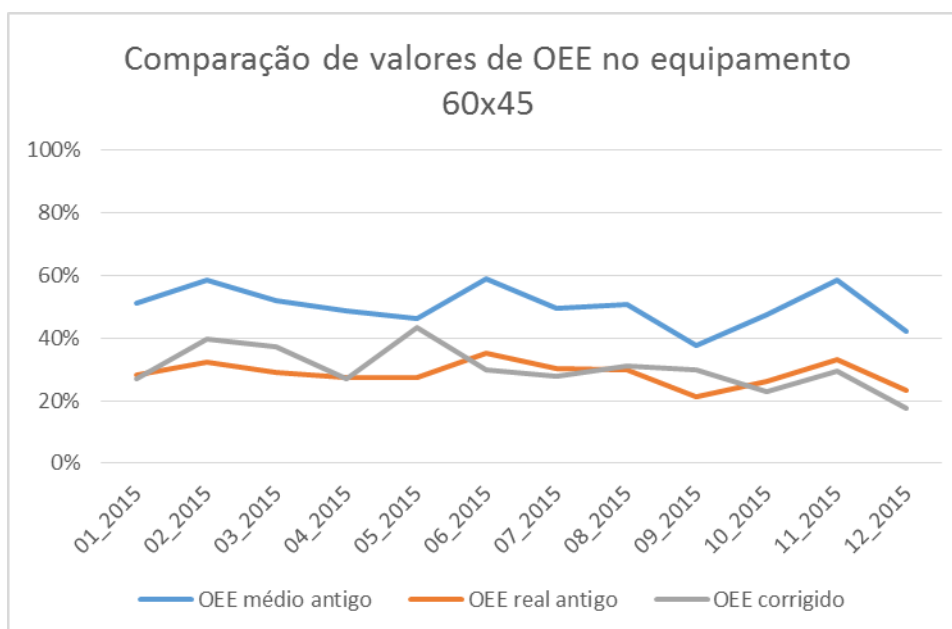


Figura 38 – Gráfico de comparação de valores de OEE no equipamento 60x45

Neste equipamento em particular foram observados valores de OEE bastante baixos, Figura 38, sendo as causas atribuídas ao desempenho e disponibilidade do equipamento. Estes dois indicadores apresentaram uma tendência decrescente ao longo do ano de 2015 (ver Anexo E). Por ser um dos equipamentos mais antigos e trabalhar maioritariamente com material proveniente de aproveitamentos, havia muitas paragens, avarias e encravamentos.

- Máquina Nova/ Process montagem

Para o novo equipamento, que veio substituir a Process montagem, calcularam-se as capacidades no início do seu funcionamento. Neste caso específico, e como são realizados quadros de diferentes dimensões, chegou-se à conclusão que a capacidade da máquina dependia do tamanho do quadro a realizar. Na Tabela 11 são apresentados os valores obtidos para as dimensões de quadros que mais se produzem no equipamento.

Tabela 11 - Capacidade Process montagem nova

<i>Formato</i>	Capacidade Real (quadros/hora)
150x100	225
180x120	225
150x120	225
180x90	212
240x120	200

Relativamente aos valores de OEE, estes começaram desde logo a ser calculados da forma correta, sendo apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Cálculo do OEE Process Montagem Nova

Mês	OEE	Disponibilidade	Qualidade	Desempenho
10_2015	31%	60%	98%	53%
11_2015	31%	66%	99%	48%
12_2015	38%	68%	99%	56%

Apesar de, considerando que se trata de um equipamento novo, os valores de OEE serem baixos, numa primeira análise o OEE parece estar a aumentar ao longo do tempo. Após os operários terem recebido formação e terem aprendido como programar e trabalhar com o equipamento, têm vindo a estudar-se formas de reduzir as paragens e microparagens do equipamento. Uma das causas de paragens mais frequente, para além de afinações e avarias, tinha a ver com o tempo perdido para mudança de paletes na saída do equipamento. Para eliminar estas paragens, as linhas de montagem e embalagem começaram a trabalhar sincronizadas sempre que possível. Enquanto que a linha de montagem produz um quadro de 15 em 15 segundos (dependendo das dimensões poderá ser 17 em 17 segundos no máximo), no caso de um quadro de maiores dimensões, a linha de embalagem demora mais tempo a embalar, sendo necessário colocar alguns quadros entre a montagem e embalagem numa paleta. Torna-se assim necessário estudar um balanceamento para sincronização entre as duas linhas referidas.

4.3 5S

Para realizar as primeiras auditorias 5S foi utilizado um *template* já existente no setor, de forma a manter a coerência. Todo o setor foi subdividido em áreas 5S, tendo cada área um responsável. Após esta definição foi criado um calendário de auditorias que seriam realizadas por um grupo de pessoas constituído por um chefe da área 5S em questão, um chefe de uma outra área 5S e um chefe de linha de outra secção (Bi-Casa, Bi-Bloco ou Bi-Bright).

As pontuações obtidas em cada zona 5S são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 - Pontuações obtidas nas auditorias 5S

Área 5S:	Critério a verificar	Kalfass	SotemaPack	Embalagem com filme	Condicionamento de perfil	Montagem manual	Embalagem manual grandes	Montagem Nova	Montagem 60x45	Montagem 90x60 + 120x90	Embalagem process	JPM
1ªS	As normas de segurança estão a ser cumpridas?	x			x	x	x	x				
	Os materiais estão ordenados e com nível de stock correto?		x			x		x		x	x	
	Os materiais, máquinas ou ferramentas são úteis ao local?	x	x			x	x	x		x	x	x
2ªS	A área está organizada?		x					x		x		
	O material, as máquinas e as ferramentas guardados no sítio correto?	x			x	x	x	x	x	x	x	x
	As ferramentas são arrumadas depois da utilização?		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3ªS	A área está limpa e o lixo e desperdícios são devidamente separados?		x		x	x	x				x	x
	As máquinas e ferramentas têm um aspeto limpo e bem conservado?		x			x		x	x			
	As infraestruturas apresentam boas condições de trabalho?		x	x				x	x		x	x
4ªS	As máquinas, o material e as ferramentas têm local definido?	x	x		x		x	x	x	x	x	
	Os espaços estão marcados, identificados e mapeados?											
	Os locais de trabalho têm tarefas periódicas de 5S atribuídas?		x		x	x	x	x	x	x	x	
5ªS	A área 5S é mensalmente auditada?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	As tarefas 5S são executadas pelos operadores?		x		x	x	x	x	x	x	x	
	Existem planos de ações para correção de não conformidades atualizado?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Resultado final	6/15	12/15	4/15	8/15	9/15	9/15	11/15	9/15	9/15	10/15	6/15

Após a realização destas auditorias, foram estudadas as melhorias a realizar em cada uma das áreas e elaborado um mapa com um conjunto de ações a tomar, os responsáveis pelas mesmas e o estado atual de cada ação, que pode ser consultado no Anexo F. No geral, os operários mostraram-se bastantes satisfeitos com as mudanças resultantes das ações tomadas. As principais mudanças a destacar são a redução de *stocks*, a organização e controlo dos *stocks*, a criação de corredores de passagem e de rotinas de limpeza que tornam mais fácil o trabalho e a organização e identificação das ferramentas de trabalho.

4.4 Planeamento

Relativamente ao planeamento, uma nova metodologia foi adotada, sendo que esta ainda se encontra em fase de teste na máquina de montagem nova. No caso deste equipamento são realizados quadros de diferentes dimensões, sendo o correto planeamento ainda mais importante. De forma a sincronizar esta linha com a linha de embalagem a jusante, a chefe da embalagem realiza o sequenciamento de produção da montagem, organizando as ordens de produção (Figura 39). Quando a montagem termina a ordem de fabrico que se encontra a produzir envia-a para a embalagem e assim sucessivamente. As ordens são agrupadas na caixa correspondente no início de cada semana, por ordem de data prometida.

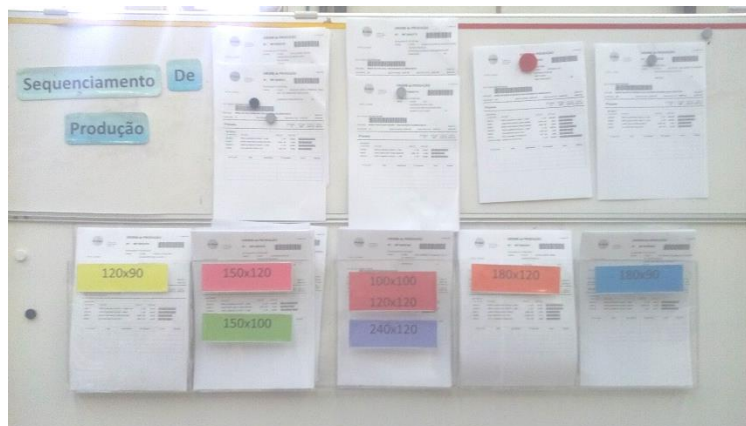


Figura 39 - Quadro de sequenciamento de produção da Máquina de Montagem Nova

Desta forma garantem-se os seguintes aspetos: a embalagem sequencia a produção de acordo com as caixas e acessórios disponíveis e se faltar algum elemento para completar a embalagem dessa ordem de fabrico a chefe de embalagem pode optar por organizar de outra forma a sequência de produção de montagem, de forma a não criar *stocks* intermédios; o chefe da montagem sabe exatamente para que ordem de fabrico está a produzir, facilitando a comunicação entre linhas.

4.5 *Stocks* intermédios

Devido a mudanças no *layout*, provocadas pela remoção da Process montagem, pela inserção de uma nova máquina de montagem e criação de uma linha de embalagem de quadros 90x60 e 60x45 (Linha Embalagem Manual Pequenos), obteve-se mais espaço no setor, espaço esse que foi imediatamente ocupado por grandes quantidades de *stocks*, como pode ser comprovado na Figura 40.



Figura 40 - *Stocks* intermédios de quadros montados e embalados

Nesta zona eram colocados quadros que seriam depois embalados na JPM, Embalagem Process e Linha de Embalagem manual Pequenos.

A quantidade de *stock* intermédio na zona referida foi quantificada no inventário do dia 30 de dezembro, sendo apresentada na Figura 41, tomando em consideração as famílias de produtos referidas inicialmente.

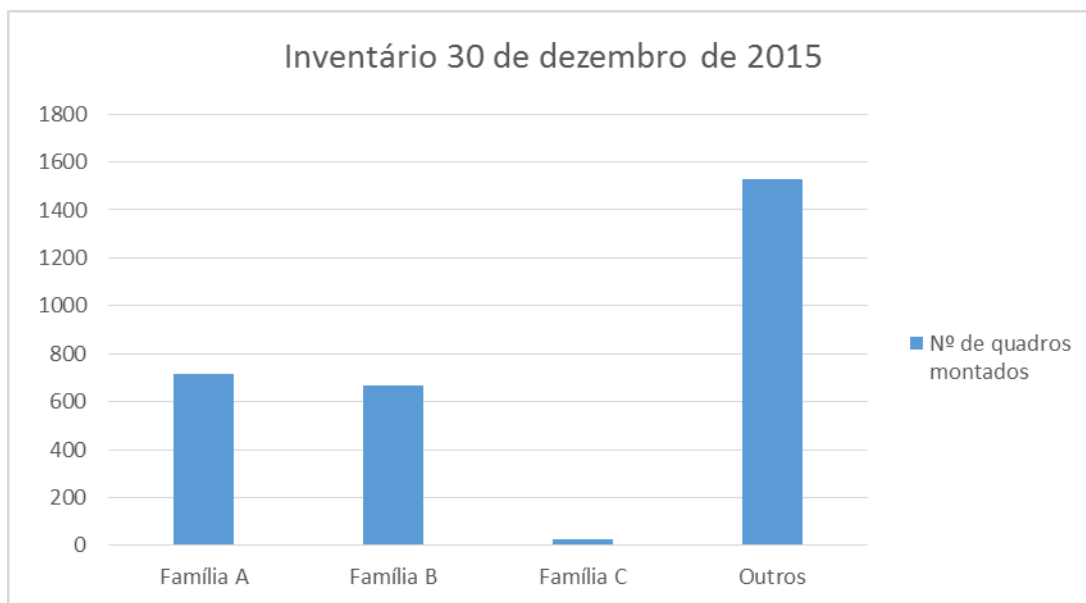


Figura 41 - Gráfico do Inventário de 30 de dezembro de 2015

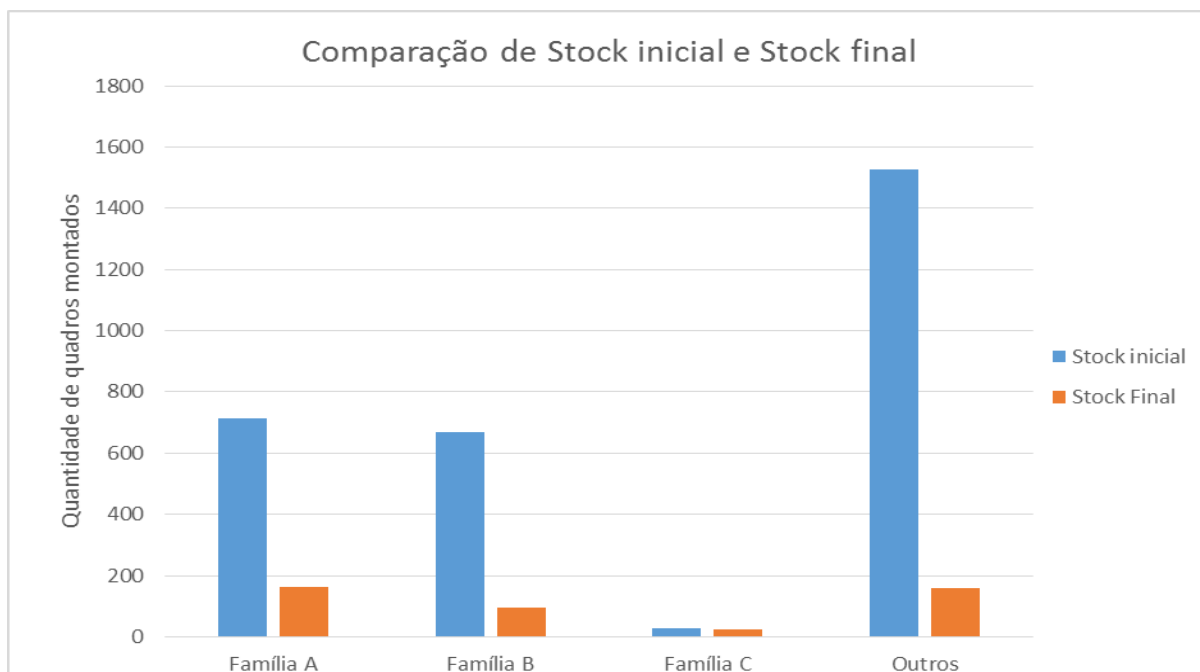
Verificou-se que existia uma elevada quantidade de quadros que não diziam respeito às famílias de produtos mais importantes. Foi então planeada uma nova organização do espaço, com estantes que delimitariam o inventário, e um quadro resumo que deveria ser atualizado sempre que fosse consumido ou adicionado *stock*. Na prática, todos os chefes de linhas de montagem consultariam o quadro de cada vez que fossem produzir, de forma a utilizarem os quadros que se encontravam em *stock*, na sua produção diária.

Na Figura 42, tirada no espaço de uma semana após arrumação dos *stocks* e respetiva identificação, são visíveis as mudanças. Com o espaço para inventário arrumado e delimitado foi possível criar um corredor central que permitiu uma nova configuração da linha de Embalagem Process. Na zona referida, foram colocados quadros para embalagem na JPM, Família A. O *stock* de quadros da família B foi organizado junto à linha de montagem 90x60 e o *stock* da família C junto à Máquina de Montagem Nova, permitindo um melhor controlo sobre os mesmos.



Figura 42 - Comparação entre zona de *stock* inicial e final

A comparação entre quantidades de *stock* inicial e final são apresentadas na Figura 43.

Figura 43 - Gráfico de comparação entre *stock* inicial e final

A redução de inventário conseguida para os produtos apresentados foi de cerca de 85%. Os diversos fatores que contribuíram para esta redução foram:

- Inserção da Linha de embalagem manual pequenos dedicada a quadros de dimensão 90x60 e 60x45;
- Alteração da metodologia de trabalho da linha JPM, sendo que atualmente esta é uma linha dedicada à embalagem e quadros 120x90;
- Delimitação de espaço dedicado a *stocks*, sendo a quantidade de quadros registada e controlada num quadro gerido pelos chefes de linha de montagem e embalagem;
- Mudança de mentalidade dos operários, que adotaram a metodologia 5S e se esforçam por a manter a mesma, devido aos resultados obtidos.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

A redução de desperdícios numa empresa líder como a Bi-Silque é de extrema importância, permitindo manter a competitividade no mercado.

De forma a ser possível controlar, monitorizar e melhorar a eficiência dos equipamentos deve ser utilizado um correto indicador de performance dos mesmos. O OEE é um indicador fiável (quando corretamente calculado) e usado correntemente em várias indústrias sendo, portanto, o indicador escolhido para o presente projeto, uma vez que visa identificar e eliminar perdas referentes a tempos não produtivos e as suas repercussões nas três componentes analisadas.

Com a retificação do cálculo do OEE nos diversos equipamentos foi possível ter uma visão geral do seu estado, tendo sido possível concluir que é necessário repor os equipamentos no seu estado de bom funcionamento de forma a que se verifique uma aumento da disponibilidade e desempenho dos mesmos. Para tal, foi realizado um reforço na equipa de manutenção, e encontram-se em desenvolvimento planos de manutenção autónoma e preventiva para cada equipamento.

Tornou-se claro que estudos de balanceamento, sincronização ou até criação de postos de montagem e embalagem em linha de nada serviriam enquanto o correto funcionamento dos equipamentos não fosse assegurado. No caso particular da JPM, cuja produtividade era muito baixa face a um OEE alto, conseguiu-se identificar uma série de pequenos problemas que no seu conjunto tornavam esta linha de embalagem muito instável a nível da produção, dificultando o planeamento. Uma vez identificados os problemas, e em conjunto com o departamento de manutenção, foi acordado que a solução passaria por contactar o fabricante de forma a repor as corretas condições de funcionamento do equipamento. Entretanto uma nova linha de embalagem foi inserida no *layout*, dedicando-se à embalagem de quadros de dimensões 90x60 e 60x45, retirando carga de trabalho à JPM (dedicando-se a mesma apenas à embalagem de quadros de dimensão 120x90). Esta foi uma decisão crucial e que não gerou custos diretos, visto que se trata de uma linha de embalagem manual, e cujos mecanismos, de baixo custo, foram aproveitados a partir de antigos componentes não utilizados (tapete e mecanismo de fechar caixas).

Uma outra ferramenta importante foi a metodologia 5S que permitiu ter uma visão global do panorama do setor englobando várias áreas tais como segurança, arrumação, organização, padronização e limpeza. Ao longo das auditorias, cujos resultados foram apresentados, foram transmitidos conhecimentos acerca dos 5S, lembrando os operários da sua importância e benefícios, sendo que todos os envolvidos se mostraram interessados e cooperantes. Apesar de não terem sido elaborados planos de limpeza para todas as linhas, a limpeza e arrumação encontra-se a ser feita em todas as linhas, no final de cada turno, sendo as várias tarefas distribuídas e monitorizadas por cada chefe de linha.

Relativamente ao planeamento, este encontra-se ainda a ser testado na nova linha de montagem, sendo os resultados obtidos, até à data da elaboração deste relatório, positivos. A redução de inventário conseguida causou grande impacto visual no setor, sendo que todos os

colaboradores mostram satisfação face a esta notória melhoria e esforçam-se por manter os espaços limpos e arrumados.





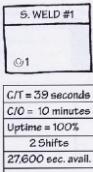


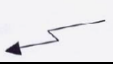





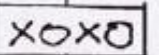
Finalmente, foram feitas marcações no chão de forma a que os corredores e locais de colocação de paletes sejam respeitados, tendo sido decidido que as marcas desatualizadas devido a mudanças de *layout* sejam retiradas dando lugar às novas marcações que têm vindo a ser testadas.

No cômputo geral, os objetivos foram alcançados, pese embora o facto de alguns dos parâmetros, tais como o aumento da produtividade e a redução de *lead times*, não tenham sido quantificados, dada a curta duração do projeto. Um dos principais desafios consiste na melhoria das condições dos equipamentos e a manutenção e melhoramento das ferramentas implementadas.

Referências

- AHRENS, T. 2006. Lean production: Successful implementation of organisational change in operations instead of short term cost reduction efforts. Lean Alliance.
- Ballé F, Ballé M. 2010. The Gold Mine: A Novel of Lean Turnaround: Lean Enterprise Institute, Incorporated.
- Dennis, P. 2007. Lean Production Simplified: A Plain Language Guide to the World's Most Powerful Production System. Taylor & Francis Group.
- Drew J, McCallum B, Roggenhofer S. 2004. Journey to lean making operational change stick. New York: Palgrave MacMillan.
- Elevli S, Elevli B. 2010. Performance Measurement of Mining Equipments by Utilizing OEE. Acta Montanistica Slovaca.
- Ballé F, Ballé M. 2010. The Gold Mine: A Novel of Lean Turnaround: Lean Enterprise Institute, Incorporated.
- Greif M. 1991. <<The>> visual factory building participation through shared information. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Melton T. 2005. The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. Chemical Engineering Research and Design.
- OHNO, T. 1997. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman.
- Pinto, J. P. 2009. Pensamento lean: a filosofia das organizações vencedoras. LIDEL-Edições Técnicas, Lda.
- Rother M, Shook J, Institute LE. 2003. Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda: Taylor & Francis.
- WOMACK, J. & JONES, D. 1998. A Mentalidade Enxuta nas Empresas. Ed. Campus. 5ª Edição.

ANEXO A: Simbologia utilizada num VSM

Símbolo	Significado
	Fornecedor se colocado do lado esquerdo e cliente se colocado do lado direito.
	Representa o transporte. Do lado esquerdo representa transporte de matérias-primas do fornecedor até à fábrica; do lado direito representa o transporte da fábrica até ao cliente.
	Local onde são colocados cartões Kanban.
	Supermercado. Representa um inventário controlado de materiais.
	Caixa de processo. Deverão ser desenhadas cada vez que existir um processo onde haja fluxo de materiais, fluxo esse que deverá ser idealmente unitário. Algumas informações deverão ser especificadas para cada caixa de processo.
	Inventário. Representa os locais onde existe acumulação de inventário. Através deste símbolo será possível identificar locais onde o fluxo deixa de existir.
	Fluxo de informação
	Fluxo de informação eletrónico
	Sempre que há dificuldade de fluxo de informação e é necessário procurar essa mesma informação. (exemplo: um supervisor ter de contar inventário para ajustar o planeamento de produção)
	Sistema Pull entre processos
	Sistema Push entre dois processos
	Linha temporal onde é possível contabilizar o tempo de cada processo, assim como tempo em que o material se encontra em inventário.
	Cartão Kanban
	Heijunka Box

ANEXO B: Planta inicial do setor

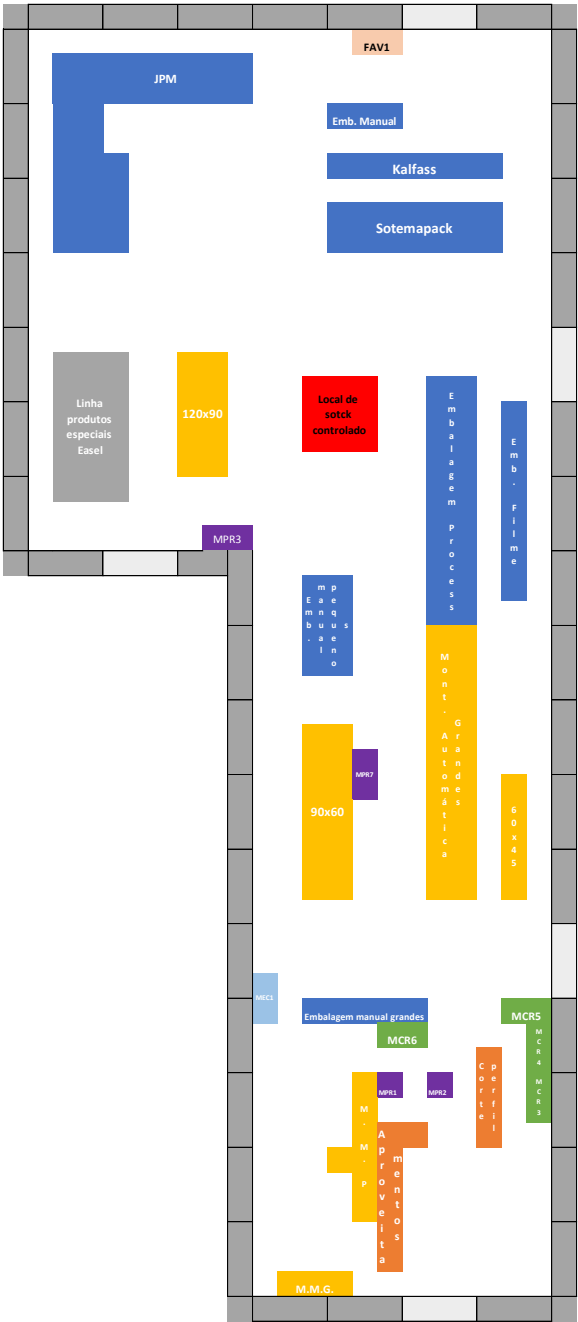


ANEXO C: Tabela resumo dos postos de trabalho

Designação do posto	Descrição	Postos a jusante	Nº médio de funcionários
CPA1	Corte de perfis de alumínio e plástico	Máquinas de picar e cravar	2
CPA3	Corte de perfis de alumínio e plástico (aproveitamentos)	Máquinas de picar e cravar	2
Embalagem filme	Embalagem com filme de quadros 120x90, 90x60 e 60x45	JPM ou embalagem manual 60x45 (apenas se for necessária caixa individual depois de levar filme)	3
Embalagem manual 60x45	Embalagem manual de quadros 60x90 e 60x45		3
Embalagem manual grandes	Embalagem manual de quadros com dimensões superiores a 120x90, normalmente provenientes da montagem manual grandes	Sotemapack (se levar filme depois da caixa)	6
Embalagem Process	Embalagem manual de quadros de grande dimensão (dimensões superiores a 120x90)	Sotemapack (apenas se a caixa levar filme à volta)	10
FAV1	Máquina de cortar favos de cartão	Linhas de embalagem	0 (apenas é necessária a alimentação)
JPM	Embalagem em caixa individual, tamanhos 120x90 e 90x60	Sotemapack (apenas se a caixa levar filme à volta)	7
Kalfass	Embalagem com filme, tamanhos 120x90 e 90x60	JPM (apenas se for necessária caixa individual depois de levar filme)	3
M.M.G	Montagem de quadros a partir de 120x90	Embalagem manual grandes, JPM (120x90) e Embalagem Process	5
M.M.P	Quadros de dimensões até	JPM, Kalfass, Embalagem	4

	120x90 (inclusive)	filme, Embalagem manual	
MCR3	Cravagem de perfil Universal e New Generation	Linhas de montagem Manual	1
MCR4	Cravagem de perfil Maya	Linhas de montagem Automática e manual	1
MCR5	Cravagem de perfil Maya Plástico e Maya Alumínio	Linhas de montagem Automática e manual	1
MCR6	Cravagem de perfil Office Depot	Linhas de montagem Automática e manual	1
Montagem automática 120x90	Montagem automática de quadros com dimensão 120x90 (perfil Maya, Plástico e Office)	JPM, Kalfass, Embalagem Process, Embalagem filme	4
Montagem automática 60x45	Montagem automática de quadros com dimensão 60x45 (perfil Maya, Plástico e Office)	Kalfass, Embalagem manual 60x45, Embalagem filme	3
Montagem automática 90x60	Montagem automática de quadros com dimensão 90x60 (perfil Maya, Plástico e Office)	JPM, Kalfass, Embalagem filme, Embalagem manual 60x45	4
Montagem automática Process	Embalagem de quadros de grandes dimensões (a partir de 120x90, inclusive)	Embalagem Process, JPM, Embalagem manual grandes	6
MPR1	Picar plástico grosso	Linhas de montagem Automática e manual	1
MPR2	Picar plástico fino	Linhas de montagem Automática e manual	1
MPR3	Picar alumínio Maya (tamanhos 60 e 90)	Linhas de montagem Automática (120x90 e 90x60) e manual	1
MPR7	Picar Alumínio Maya de várias dimensões	Linhas de montagem Automática (Máquina Nova e 60x45) e manual	1
Sotemapack	Embalagem com filme à volta de caixa		3

ANEXO D: Nova planta do setor



Anexo E: Tabelas com dados de cálculo do OEE dos equipamentos

120x90:

Mês	OEE médio antigo	OEE real antigo	OEE corrigido	Disponibilidade	Qualidade	Desempenho
01_2015	80%	64%	62%	82%	99%	77%
02_2015	73%	58%	52%	75%	99%	70%
03_2015	69%	57%	52%	75%	99%	71%
04_2015	72%	59%	57%	80%	99%	73%
05_2015	74%	61%	50%	71%	99%	70%
06_2015	70%	57%	46%	66%	99%	69%
07_2015	73%	59%	58%	80%	99%	74%
08_2015	53%	44%	50%	92%	97%	57%
09_2015	64%	52%	42%	62%	98%	69%
10_2015	71%	58%	48%	71%	98%	68%
11_2015	69%	56%	50%	78%	98%	67%
12_2015	62%	50%	45%	81%	97%	57%

90x60:

Mês	OEE médio antigo	OEE real antigo	OEE corrigido	Disponibilidade	Qualidade	Desempenho
01_2015	76%	46%	43%	90%	95%	50%
02_2015	83%	51%	49%	91%	99%	55%
03_2015	82%	51%	50%	90%	99%	57%
04_2015	77%	48%	47%	84%	99%	56%
05_2015	76%	46%	47%	94%	97%	52%
06_2015	76%	47%	39%	82%	95%	49%
07_2015	79%	48%	47%	92%	95%	54%
08_2015	62%	38%	36%	66%	98%	56%
09_2015	81%	49%	46%	85%	95%	56%
10_2015	80%	48%	56%	79%	97%	74%
11_2015	77%	46%	45%	75%	92%	65%
12_2015	80%	48%	60%	77%	96%	81%

60x45:

Mês	OEE médio antigo	OEE real antigo	OEE corrigido	Disponibilidade	Qualidade	Desempenho
01_2015	51%	28%	27%	61%	93%	48%
02_2015	58%	32%	40%	80%	96%	52%
03_2015	52%	29%	37%	63%	96%	61%
04_2015	49%	27%	27%	49%	91%	60%
05_2015	46%	27%	44%	53%	94%	88%
06_2015	59%	35%	30%	63%	97%	49%
07_2015	50%	30%	28%	81%	88%	39%
08_2015	51%	30%	31%	69%	85%	52%
09_2015	38%	21%	30%	70%	87%	49%
10_2015	47%	26%	23%	46%	91%	55%
11_2015	59%	33%	29%	55%	91%	58%
12_2015	42%	23%	18%	38%	96%	48%

IMPLEMENTAÇÃO 5S - PLANO DE AÇÕES

#	Área de Intervenção	Ação de Melhoria	Estado	Data Criação	Responsável	Data Fim	Obs
1	Segurança	Garantir acesso a todas a bocas de indúcio e extintores em todos os locais do setor.		2015_12	Ana Castro; Carlos Leão	2016_01	
2	Segurança	Colocar em todas as áreas e equipamentos a sinalética sobre os EPIs e cuidados de segurança a ter durante o trabalho.		2015_12	Departamento de Segurança e Qualidade	Não definida	Concluído
3	Áreas de trabalho e de inventário	Remover estrutura metálica resultante do antigo equipamento de montagem Process.		2015_12	Abel Maia; Departamento de Manutenção	2015_12	Em curso
4	Áreas de trabalho e de inventário	Remover estrutura metálica existente na zona de condicionamento de perfil que não está a ser utilizada.		2015_12	Abel Maia; Departamento de Manutenção	Não definida	Por iniciar
5	Áreas de trabalho e de inventário	Delimitar e organizar locais destinados a conter stock, tanto de matérias primas como de quadros, prontos a embalar e quadros já embalados.		2015_12	Ana Castro; Carlos Leão	Em desenvolvimento	Total
6	Áreas de trabalho e de inventário	Marcar corredores perto das áreas de stock de forma a facilitar o acesso às mesmas.		2015_12	Ana Castro; Carlos Leão	Em desenvolvimento	O próximo local a implementar será na zona de montagem manual.
7	Áreas de trabalho e de inventário	Criar um sistema de gestão visual que permita identificar rápida e facilmente em que local está cada tipo de material nas zonas de stock.		2015_12	Ana Castro; Carlos Leão	Em desenvolvimento	O próximo local a implementar será na zona de montagem manual.
8	Sobras, stocks e trabalho em curso	Identificar corretamente todas as paletes de materiais.		2015_12	Ana Castro; Chefes de linha	Não definida	
9	Sobras, stocks e trabalho em curso	Identificar e passar informações entre turnos acerca de paletes de trabalho em curso não terminados.		2015_12	Ana Castro; Chefes de linha	2016_01	Apenas em alguns postos existe a troca de informação referida.
10	Sobras, stocks e trabalho em curso	Inventariar sobras de quadros produzidos.		2015_12	Ana Castro; Chefes de linha	2016_01	
11	Sobras, stocks e trabalho em curso	As caixas de acessórios e componentes de pouca rotação na zona de embalagem devem ser devolvidos ao armazém quando deixam de ser necessários.		2015_12	Ana Castro; Carlos Leão; Chefes de linha	Não definida	
12	Sobras, stocks e trabalho em curso	Delimitar áreas para armazém de paletes vazias.		2015_12	Departamento de Segurança e Qualidade	Em desenvolvimento	
13	Limpeza e instalações	Colocar contentores para correta separação de resíduos em cada posto do trabalho, ou em locais estratégicos para o efeito.		2015_12	Ana Castro; Carlos Leão; Chefes de linha; Chefes do Setor	Não definida	
14	Limpeza e instalações	Criar planos e rotinas de limpeza em todos os postos de trabalho, garantindo que todos os turnos as cumpram.		2015_12	Ana Castro	Em desenvolvimento	
15	Ferramentas e equipamentos	Rever a atribuição de ferramentas por área de trabalho e identificar as mesmas.		2015_12	Ana Castro	2015_12	
16	Ferramentas e equipamentos	Criar planos de manutenção autónoma, publicá-los e dar formação, de forma a que os mesmos sejam cumpridos.		2015_12	Ana Castro; Iberoestêvão; Departamento de Manutenção	Em desenvolvimento	Apenas para a IPM foi aprovado o plano de manutenção.
17	Documentação	Criar uma forma de organização para Ordens de fabrico, Registos de produção e outras documentações necessárias nos postos de trabalho.		2015_12	Ana Castro	Em desenvolvimento	Para cada posto estão a ser analisadas formas de organização.

Anexo G: Caixa para organização de ordens de produção

